

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Attorney Docket No. 016910/0451



In re patent application of

Fumio OTOMO et al.

Group Art Unit: Unassigned

Serial No. Unassigned

Examiner: Unassigned

Filed: August 26, 1999

For: INTEGRATED COAL GASIFICATION COMBINED CYCLE POWER
GENERATOR

CLAIM FOR CONVENTION PRIORITY

Assistant Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application filed in the following foreign country is hereby requested, and the right of priority provided in 35 U.S.C. § 119 is hereby claimed.

In support of this claim, filed herewith is a certified copy of said original foreign application:

Japan Patent Application No. 10-243274
filed August 28, 1998.

Respectfully submitted,

Glenn Law
Reg. No. 34,371

August 26, 1999
Date

FOLEY & LARDNER
3000 K Street, N.W., Suite 500
P.O. Box 25696
Washington, D.C. 20007-8696
(202) 672-5300

日本国特許庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application:

1998年 8月28日

出願番号
Application Number:

平成10年特許願第243274号

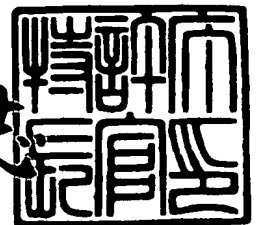
出願人
Applicant (s):

株式会社東芝

1999年 4月16日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

伴佐山 建志



出証番号 出証特平11-3024270

【書類名】 特許願

【整理番号】 81A9870061

【提出日】 平成10年 8月28日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 F01K 23/10
F01D 5/08
F02C 7/12

【発明の名称】 石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラント

【請求項の数】 20

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝
研究開発センター内

 【氏名】 大友 文雄

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝
研究開発センター内

 【氏名】 福山 佳孝

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝
研究開発センター内

 【氏名】 内田 竜朗

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝 本社事
務所内

 【氏名】 宇都宮 正治

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝 本社事
務所内

 【氏名】 飯島 博光

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市鶴見区末広町二丁目4番地 株式会社東芝 京浜事業所内

【氏名】 油谷 好浩

【特許出願人】

【識別番号】 000003078

【氏名又は名称】 株式会社 東芝

【代理人】

【識別番号】 100078765

【弁理士】

【氏名又は名称】 波多野 久

【選任した代理人】

【識別番号】 100078802

【弁理士】

【氏名又は名称】 関口 俊三

【手数料の表示】

【納付方法】 予納

【予納台帳番号】 011899

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9705040

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラント

【特許請求の範囲】

【請求項1】 石炭ガス化プラントに、ガスタービンプラント、排熱回収ボイラおよび蒸気タービンプラントを組み合わせた石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラントにおいて、上記石炭ガス化プラントから発生した蒸気を冷却用蒸気として上記ガスタービンプラントの高温部に供給する冷却蒸気供給系と、上記ガスタービンプラントの高温部を冷却させた冷却用蒸気を上記蒸気タービンプラントに回収させる冷却蒸気回収系とを備えたことを特徴とする石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラント。

【請求項2】 ガスタービンプラントの高温部に冷却用蒸気を供給する石炭ガス化プラントは、石炭ガス化プラントを構成する冷却器であることを特徴とする請求項1記載の石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラント。

【請求項3】 ガスタービンプラントの高温部は、ガスタービン燃焼器およびガスタービンのうち、少なくとも一方であることを特徴とする請求項1または2記載の石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラント。

【請求項4】 石炭ガス化プラントに、ガスタービンプラント、排熱回収ボイラおよび蒸気タービンプラントを組み合わせた石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラントにおいて、上記石炭ガス化プラントから発生した蒸気を冷却用蒸気として上記ガスタービンプラントの高温部に供給する冷却蒸気供給系と、上記ガスタービンプラントの高温部を冷却させた冷却用蒸気を上記排熱回収ボイラに回収させる冷却蒸気回収系とを備えたことを特徴とする石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラント。

【請求項5】 石炭ガス化プラントに、ガスタービンプラント、排熱回収ボイラおよび蒸気タービンプラントを組み合わせた石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラントにおいて、上記石炭ガス化プラントから発生した蒸気を冷却用蒸気として上記ガスタービンプラントの高温部に供給する冷却蒸気供給系と、上記ガスタービンプラントの高温部を冷却させた冷却用蒸気を上記石炭ガス化プラントに回収させる冷却蒸気回収系とを備えたことを特徴とする石炭ガス化コンバイン

ドサイクル発電プラント。

【請求項 6】 ガスタービンプラントの高温部を冷却させた冷却用蒸気を回収させる石炭ガス化プラントは、石炭ガス化プラントを構成する石炭ガス化炉であることを特徴とする請求項 5 記載の石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラント。

【請求項 7】 ガスタービンプラントの高温部を冷却させた冷却用蒸気を石炭ガス化プラントの石炭ガス化炉に回収させる冷却蒸気回収系を、上記石炭ガス化プラントの空気圧縮機からの高圧空気を上記石炭ガス化炉に供給する酸化剤用空気系に接続させたことを特徴とする請求項 5 記載の石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラント。

【請求項 8】 石炭ガス化プラントに、ガスタービンプラント、排熱回収ボイラおよび蒸気タービンプラントを組み合わせた石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラントにおいて、上記石炭ガス化プラントから発生した蒸気を冷却用蒸気として上記ガスタービンプラントの高温部に供給する冷却蒸気供給系と、上記ガスタービンプラントの高温部を冷却させた冷却用蒸気を上記石炭ガス化プラントに回収させる冷却蒸気回収系とを備える一方、上記石炭ガス化プラントを構成する空気圧縮機からの高圧空気を、石炭ガス化炉に供給する酸化剤用空気系にバイパスさせて石炭供給部に供給する微粉炭用空気系を備えたことを特徴とする石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラント。

【請求項 9】 石炭ガス化プラントに、ガスタービンプラント、排熱回収ボイラおよび蒸気タービンプラントを組み合わせた石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラントにおいて、上記排熱回収ボイラに一次熱交換器と二次熱交換器とを収容し、この二次熱交換器から発生した加温水を冷却用水として上記ガスタービンプラントの高温部に供給する加温水供給系と、上記ガスタービンプラントの高温部を冷却させた加温水を、上記石炭ガス化プラントを構成する石炭供給部に回収させる加温水回収系とを備えたことを特徴とする石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラント。

【請求項 10】 石炭ガス化プラントに、ガスタービンプラント、排熱回収ボイラおよび蒸気タービンプラントを組み合わせた石炭ガス化コンバインドサイク

ル発電プラントにおいて、上記排熱回収ボイラに一次熱交換器と二次熱交換器とを収容し、この二次熱交換器から発生した加温水を冷却用水として上記ガスタービンプラントの高温部に供給する加温水供給系と、上記ガスタービンプラントの高温部を冷却させた加温水を、上記一次熱交換器に回収させる加温水回収系とを備えたことを特徴とする石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラント。

【請求項 11】 石炭ガス化プラントに、ガスタービンプラント、排熱回収ボイラおよび蒸気タービンプラントを組み合わせた石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラントにおいて、上記排熱回収ボイラに一次熱交換器と補助熱交換器とを収容し、上記蒸気タービンプラントを構成する蒸気タービンを高圧タービンと低圧タービンとを区分けする一方、上記高圧タービンからのタービン排気を冷却用蒸気として上記ガスタービンプラントの高温部に供給する冷却蒸気供給系と、上記ガスタービンプラントの高温部を冷却させた冷却用蒸気を上記補助熱交換器を介して低圧タービンに回収させる冷却蒸気回収系とを備えたことを特徴とする石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラント。

【請求項 12】 石炭ガス化プラントに、ガスタービンプラント、排熱回収ボイラおよび蒸気タービンプラントを組み合わせた石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラントにおいて、上記石炭ガス化プラントから発生した蒸気を冷却用蒸気として上記ガスタービンプラントの高温部に供給する冷却蒸気供給系と、この冷却蒸気供給系に接続され、上記ガスタービンプラントを構成する空気圧縮機からの高圧空気を冷却用空気として供給する冷却空気供給系と、上記ガスタービンプラントの高温部を冷却させた冷却用蒸気を上記蒸気タービンプラントを構成する蒸気タービンに回収させる冷却蒸気回収系と、上記ガスタービンプラントの高温部を冷却させた冷却用空気を上記排熱回収ボイラに回収させる冷却空気回収系とを備えたことを特徴とする石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラント。

【請求項 13】 石炭ガス化プラントに、ガスタービンプラント、排熱回収ボイラおよび蒸気タービンプラントを組み合わせた石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラントにおいて、上記石炭ガス化プラントを構成する酸素製造装置に高圧空気を供給する空気圧縮機に、モータと空気圧縮機駆動タービンを備え、起動運転時、上記空気圧縮機を上記モータで駆動させるとともに、負荷運転時、上記

空気圧縮機を上記空気圧縮機駆動タービンで駆動させたことを特徴とする石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラント。

【請求項 14】 石炭ガス化プラントに、ガスタービンプラント、排熱回収ボイラおよび蒸気タービンプラントを組み合わせた石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラントにおいて、上記石炭ガス化プラントを構成する空気圧縮機から供給された高圧空気を酸素ガスと窒素ガスとに分離する酸素製造装置と、この酸素製造装置から分離された窒素ガスを冷却用窒素ガスとして上記ガスタービンプラントの高温部に供給する冷却窒素ガス供給系と、上記ガスタービンプラントの高温部を冷却させた冷却用窒素ガスを上記ガスタービンプラントのガスタービン燃焼器および上記石炭ガス化プラントを構成する脱硫・脱塵装置のうち、少なくとも一方に回収させる冷却窒素ガス回収系とを備えたことを特徴とする石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラント。。

【請求項 15】 石炭ガス化プラントに、ガスタービンプラント、排熱回収ボイラおよび蒸気タービンプラントを組み合わせた石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラントにおいて、上記石炭ガス化プラントから精製された石炭ガス化ガス燃料を燃料改質器に供給する石炭ガス化ガス燃料供給系と、上記石炭ガス化プラントから発生した蒸気を冷却用蒸気として上記ガスタービンプラントの高温部に供給する冷却蒸気供給系と、上記ガスタービンプラントの高温部を冷却させた冷却用蒸気を上記燃料改質器に回収させる冷却蒸気回収系とを備えたことを特徴とする石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラント。。

【請求項 16】 石炭ガス化プラントに、ガスタービンプラント、排熱回収ボイラおよび蒸気タービンプラントを組み合わせた石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラントにおいて、上記石炭ガス化プラントから発生した蒸気を冷却用蒸気として上記ガスタービンプラントの高温部に供給する冷却蒸気供給系と、上記ガスタービンプラントの高温部を冷却させた冷却用蒸気を上記蒸気タービンプラントに回収させる冷却蒸気回収系と、上記石炭ガス化プラントから精製された石炭ガス化ガス燃料の発熱量を検出し、検出した石炭ガス化ガス燃料発熱量信号を演算し、その演算信号に基づいて上記石炭ガス化プラントから上記ガスタービンプラントの高温部に供給する冷却用蒸気を制御する冷却蒸気制御系とを備えたこ

とを特徴とする石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラント。

【請求項 17】 冷却蒸気制御系は、発熱量検出器に演算制御器と冷却用蒸気流量調節部とを組み合わせたことを特徴とする請求項 16 記載の石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラント。

【請求項 18】 石炭ガス化プラントに、ガスタービンプラント、排熱回収ボイラおよび蒸気タービンプラントを組み合わせた石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラントにおいて、上記石炭ガス化プラントから発生した蒸気を冷却用蒸気として上記ガスタービンプラントの高温部に供給する冷却蒸気供給系と、上記ガスタービンプラントの高温部を冷却させた冷却用蒸気を上記蒸気タービンプラントに回収させる冷却蒸気回収系と、上記石炭ガス化プラントから精製された石炭ガス化ガス燃料の発熱量を検出し、検出した石炭ガス化ガス燃料発熱量信号を演算し、その演算信号に基づいて上記ガスタービンプラントを構成する空気圧縮機からガスタービン燃焼器に供給する高圧空気を制御する空気制御系とを備えたことを特徴とする石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラント。

【請求項 19】 石炭ガス化プラントに、ガスタービンプラント、排熱回収ボイラおよび蒸気タービンプラントを組み合わせた石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラントにおいて、上記石炭ガス化プラントから精製された石炭ガス化ガス燃料の発熱量を検出し、検出した石炭ガス化ガス燃料発熱量信号を演算し、その演算信号に基づいて上記ガスタービンプラントを構成する空気圧縮機からガスタービン燃焼器に供給する高圧空気を制御する空気制御系とを備えたことを特徴とする石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラント。

【請求項 20】 空気制御系は、発熱量検出器に演算制御器と空気流量調節部とを組み合わせたことを特徴とする請求項 18 または 19 記載の石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラント。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、石炭ガス化プラントに、ガスタービンプラント、排熱回収ボイラ、蒸気タービンプラントを組み合わせた石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラン

トに関する。

【0002】

【従来の技術】

最近の火力発電プラントでは、化石燃料の使用量を少なくさせてプラント熱効率のより一層の向上が望まれている。

【0003】

火力発電プラントに使用される化石燃料は、石炭が石油や天然ガスに較べて埋蔵量が豊富であり、かつ安価で長期的安定供給が可能であるにも拘らず、 CO_2 、 SO_x 等の環境汚染物の排出が多く、このため高価であっても石油や天然ガスをはじめとする比較的クリーンな燃料の使用が主流を占めている。

【0004】

しかし、1970年代の石油危機以来、エネルギー源の過剰な石油依存の危険性が指摘されたり、石油、天然ガスの可採用年数が50年程度（平成3年度のエネルギー総合エネルギー統計より）であることなどを考慮すると、クリーン燃料の長期的安定価格と供給は難しくなりつつある。このため可採用年数が約300年以上の埋蔵量をもつ石炭の火力発電プラントへの再活用化が見直されている。

【0005】

最近、石炭をガス化させ、環境汚染物としての CO_2 、 SO_x 、 NO_x の発生を少なくさせた石炭ガス化ガス燃料を使用する石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラントが実現しており、その構成として図16に示すものがある。

【0006】

石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラント（以下IGCCと記す）は、石炭ガス化プラント1に、ガスタービンプラント2、排熱回収ボイラ3および蒸気タービンプラント4を組み合わせた構成になっている。

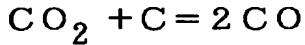
【0007】

石炭ガス化プラント1は、石炭供給部5、酸素製造装置6、石炭ガス化炉7を備え、石炭供給部5からの微粉炭と酸素製造装置6からの酸素ガスを石炭ガス化炉7に供給し、ここで微粉炭の一部を燃焼させ、石炭灰融点以上の温度1500℃～1800℃を保ちつつ、残りの微粉炭を次式に基づいて反応させ、一酸化炭

素 (CO) を主成分とする可燃性石炭ガスを精製するようになっている。

【0008】

【数1】



【0009】

酸素製造装置6は、モータ8で駆動される空気圧縮機9を備え、空気圧縮機9で吸い込んだ空気を圧縮して高圧化させ、その高圧空気から酸素ガスと窒素ガスとに分離させ、分離後の酸素ガスを石炭ガス化炉7に供給する、いわゆる酸素吹きにして上述可燃性石炭ガスを精製する一方、分離後の窒素ガスをガスタービンプラント2に供給する。

【0010】

また、石炭ガス化プラント1は、冷却器10と脱硫・脱塵装置11を備え、上述の石炭ガス化炉7で精製された可燃性石炭ガスを冷却器10で約400℃に冷却させた後、脱硫・脱塵装置11で硫黄・塵埃等の不純物を除去し、クリーンな石炭ガス化ガス燃料としてガスタービンプラント2に供給するようになっている。なお、冷却器10は、冷却水として蒸気タービンプラント4から求め、可燃性石炭ガスを冷却させた後、再び蒸気タービンプラント4に回収させて熱の有効活用を図っている。

【0011】

一方、ガスタービンプラント2は、空気圧縮機12、ガスタービン燃焼器13、ガスタービン14、発電機15を備え、空気圧縮機12で吸い込んだ空気を圧縮して高圧化させ、その高圧空気を、石炭ガス化プラント1の脱硫・脱塵装置11からのクリーンな石炭ガス化ガス燃料および酸素製造装置6からの窒素ガスとともにガスタービン燃焼器13に供給し、ここで石炭ガス化ガス燃料を窒素ガスで希薄化させてNO_x濃度の低い燃焼ガスを生成し、その燃焼ガスをガスタービン14で膨張仕事をさせ、その際に発生する回転トルクで発電機15を駆動させ、膨張仕事を終えた燃焼ガスを排ガス（排熱）として排熱可視ボイラ3に供給する。

【0012】

排熱回収ボイラ3は、過熱器、蒸発器、節炭器等の熱交換器16を収容し、ガスタービンプラント2のガスタービン14から供給された排ガスを熱源とし、蒸気タービンプラント4から供給された復水・給水を熱交換器16で熱交換させて蒸気を発生させ、その蒸気を蒸気タービンプラント4に供給する。

【0013】

蒸気タービンプラント4は、蒸気タービン17、発電機18、復水器19、給水ポンプ20を備え、排熱回収ボイラ3からの蒸気と上述石炭ガス化プラント1の冷却器10からの蒸気とを合流させてタービン駆動蒸気にし、そのタービン駆動蒸気を蒸気タービン17に供給し、ここで膨張仕事をさせ、その際に発生する回転トルクで発電機18を駆動し、膨張仕事を終えたタービン駆動蒸気（タービン排気）を復水器19で凝縮させて復水・給水にし、その復水・給水を給水ポンプ20を介して一部を冷却器10に供給するとともに、残りを排熱回収ボイラ3に還流させる。

【0014】

このように、石炭ガス化プラント1に、ガスタービンプラント2、排熱回収ボイラ3、蒸気タービンプラント4を組み合わせたIGCCでは、石炭ガス化プラント1から精製されたクリーンな石炭ガス化ガス燃料をガスタービン駆動ガスに使用する一方、ガスタービンプラント2の持つブレイトンサイクルと蒸気タービンプラント4の持つランキンサイクルとを巧みに組み合わせ、低NO_x化とプラント熱効率の向上を図り、石炭の再活用化に対処させていた。

【0015】

【発明が解決しようとする課題】

図16で示した従来のIGCCには、クリーンな燃料として石炭ガス化ガス燃料を使用し、NO_x濃度を法律規定値以内に収めることができるものの、それで幾つかの問題点があり、その一つにプラント熱効率の向上の問題がある。

【0016】

IGCCは、ガスタービンプラント2にガスタービン駆動ガス温度1300℃級のガスタービン14を組み込んだ場合、試算（エネルギー新技術大系；社団法人

日本伝熱学会編)によれば、プラント熱効率が40%を上廻ると評価されている。

【0017】

プラント熱効率を40%以上に維持させることができるのは、ガスタービンプラント2のガスタービン燃焼器13やガスタービン14に組み込まれている燃焼器ライナ、ガスタービン静翼、ガスタービン動翼、ガスタービンロータ等のガスタービン高温部への冷却技術に依存するところが多い。

【0018】

一般に、この種の原動機は、ガスタービン駆動ガス温度を高くすればするほどプラント熱効率が向上することが知られている。

【0019】

しかし、ガスタービン高温部に適用される耐熱鋼は、その許容温度がせいぜい900℃程度である。このため、ガスタービン駆動ガスを高温化させつつ、ガスタービン高温部の強度を許容値以内に維持させるには、例えばガスタービンプラント2の空気圧縮機12から発生した高圧空気の一部を抽気し、抽気した高圧空気による対流冷却方式、フィルム方式、インピンジ冷却方式を適宜組み合わせてガスタービン静翼やガスタービン動翼等を冷却させていた。

【0020】

しかし、高圧空気による対流冷却方式、フィルム冷却方式、インピンジ冷却方式を適宜組み合わせてガスタービン高温部を冷却させることは既に限界にきている。すなわち、ガスタービン駆動ガスを高温化すれば、それに比例してガスタービン高温部を冷却させる高圧空気の使用量も増加する。この高圧空気のガスタービン高温部への供給増加は、ガスタービン14の膨張仕事に寄与していないので、プラント熱効率を考察してみると、ガスタービン駆動ガスの高温化の割合にはむしろ低下する問題があった。

【0021】

また、石炭ガス化プラント1から精製される石炭ガス化ガス燃料は、クリーンなエネルギーと言えども、その中に若干の塵埃等の不純物が含まれており、その不純物がガスタービン静翼やガスタービン動翼等にデポジットし、高圧空気によ

る対流冷却方式、フィルム冷却方式、インピンジ冷却方式を適宜組み合わせても設計値通りの冷却能力を発揮していない問題点があった。

【0022】

このように、ガスタービン高温部への高圧空気による冷却技術には、幾つかの問題があり、より一層のプラント熱効率を向上させる上で、高圧空気に代る新たな代替冷却技術の実現が必要とされている。

【0023】

最近、高圧空気に代えて比熱が高いが故に冷却能力の高い蒸気が提案されているが、現在、模索中である。

【0024】

本発明は、このような背景技術に照してなされたもので、ガスタービン駆動ガスの高温化にあたりガスタービン高温部を蒸気で冷却させてガスタービン高温部の構成部品の強度を高く維持させるとともに、ガスタービン高温部を冷却させた蒸気を回収させてそのエネルギーの再活用を図り、結果としてプラント熱効率のより一層の向上を図った石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラントを提供することを目的とする。

【0025】

【課題を解決するための手段】

本発明に係る石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラントは、上記目的を達成するために、請求項1に記載したように、石炭ガス化プラントに、ガスタービンプラント、排熱回収ボイラおよび蒸気タービンプラントを組み合わせた石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラントにおいて、上記石炭ガス化プラントから発生した蒸気を冷却用蒸気として上記ガスタービンプラントの高温部に供給する冷却蒸気供給系と、上記ガスタービンプラントの高温部を冷却させた冷却用蒸気を上記蒸気タービンプラントに回収させる冷却蒸気回収系とを備えたものである。

【0026】

また、本発明に係る石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラントは、上記目的を達成するために、請求項2に記載したように、ガスタービンプラントの高温

部に冷却用蒸気を供給する石炭ガス化プラントは、石炭ガス化プラントを構成する冷却器であることを特徴とするものである。

【0027】

また、本発明に係る石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラントは、上記目的を達成するために、請求項3に記載したように、ガスタービンプラントの高温部は、ガスタービン燃焼器およびガスタービンのうち、少なくとも一方であることを特徴とするものである。

【0028】

また、本発明に係る石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラントは、上記目的を達成するために、請求項4に記載したように、石炭ガス化プラントに、ガスタービンプラント、排熱回収ボイラおよび蒸気タービンプラントを組み合わせた石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラントにおいて、上記石炭ガス化プラントから発生した蒸気を冷却用蒸気として上記ガスタービンプラントの高温部に供給する冷却蒸気供給系と、上記ガスタービンプラントの高温部を冷却させた冷却用蒸気を上記排熱回収ボイラに回収させる冷却蒸気回収系とを備えたものである。

【0029】

また、本発明に係る石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラントは、上記目的を達成するために、請求項5に記載したように、石炭ガス化プラントに、ガスタービンプラント、排熱回収ボイラおよび蒸気タービンプラントを組み合わせた石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラントにおいて、上記石炭ガス化プラントから発生した蒸気を冷却用蒸気として上記ガスタービンプラントの高温部に供給する冷却蒸気供給系と、上記ガスタービンプラントの高温部を冷却させた冷却用蒸気を上記石炭ガス化プラントに回収させる冷却蒸気回収系とを備えたものである。

【0030】

また、本発明に係る石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラントは、上記目的を達成するために、請求項6に記載したように、ガスタービンプラントの高温部を冷却させた冷却用蒸気を回収させる石炭ガス化プラントは、石炭ガス化プラ

ントを構成する石炭ガス化炉であることを特徴とするものである。

【0031】

また、本発明に係る石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラントは、上記目的を達成するために、請求項7に記載したように、ガスタービンプラントの高温部を冷却させた冷却用蒸気を石炭ガス化プラントの石炭ガス化炉に回収させる冷却蒸気回収系を、上記石炭ガス化プラントの空気圧縮機からの高圧空気を上記石炭ガス化炉に供給する酸化剤用空気系に接続させたものである。

【0032】

また、本発明に係る石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラントは、上記目的を達成するために、請求項8に記載したように、石炭ガス化プラントに、ガスタービンプラント、排熱回収ボイラおよび蒸気タービンプラントを組み合わせた石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラントにおいて、上記石炭ガス化プラントから発生した蒸気を冷却用蒸気として上記ガスタービンプラントの高温部に供給する冷却蒸気供給系と、上記ガスタービンプラントの高温部を冷却させた冷却用蒸気を上記石炭ガス化プラントに回収させる冷却蒸気回収系とを備える一方、上記石炭ガス化プラントを構成する空気圧縮機からの高圧空気を、石炭ガス化炉に供給する酸化剤用空気系にバイパスさせて石炭供給部に供給する微粉炭用空気系を備えたものである。

【0033】

また、本発明に係る石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラントは、上記目的を達成するために、請求項9に記載したように、石炭ガス化プラントに、ガスタービンプラント、排熱回収ボイラおよび蒸気タービンプラントを組み合わせた石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラントにおいて、上記排熱回収ボイラに一次熱交換器と二次熱交換器とを収容し、この二次熱交換器から発生した加温水を冷却用水として上記ガスタービンプラントの高温部に供給する加温水供給系と、上記ガスタービンプラントの高温部を冷却させた加温水を、上記石炭ガス化プラントを構成する石炭供給部に回収させる加温水回収系とを備えたものである。

【0034】

また、本発明に係る石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラントは、上記目

的を達成するために、請求項 10 に記載したように、石炭ガス化プラントに、ガスタービンプラント、排熱回収ボイラおよび蒸気タービンプラントを組み合わせた石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラントにおいて、上記排熱回収ボイラに一次熱交換器と二次熱交換器とを収容し、この二次熱交換器から発生した加温水を冷却用水として上記ガスタービンプラントの高温部に供給する加温水供給系と、上記ガスタービンプラントの高温部を冷却させた加温水を、上記一次熱交換器に回収させる加温水回収系とを備えたものである。

【0035】

また、本発明に係る石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラントは、上記目的を達成するために、請求項 11 に記載したように、石炭ガス化プラントに、ガスタービンプラント、排熱回収ボイラおよび蒸気タービンプラントを組み合わせた石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラントにおいて、上記排熱回収ボイラに一次熱交換器と補助熱交換器とを収容し、上記蒸気タービンプラントを構成する蒸気タービンを高圧タービンと低圧タービンとを区分けする一方、上記高圧タービンからのタービン排気を冷却用蒸気として上記ガスタービンプラントの高温部に供給する冷却蒸気供給系と、上記ガスタービンプラントの高温部を冷却させた冷却用蒸気を上記補助熱交換器を介して低圧タービンに回収させる冷却蒸気回収系とを備えたものである。

【0036】

また、本発明に係る石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラントは、上記目的を達成するために、請求項 12 に記載したように、石炭ガス化プラントに、ガスタービンプラント、排熱回収ボイラおよび蒸気タービンプラントを組み合わせた石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラントにおいて、上記石炭ガス化プラントから発生した蒸気を冷却用蒸気として上記ガスタービンプラントの高温部に供給する冷却蒸気供給系と、この冷却蒸気供給系に接続され、上記ガスタービンプラントを構成する空気圧縮機からの高圧空気を冷却用空気として供給する冷却空気供給系と、上記ガスタービンプラントの高温部を冷却させた冷却用蒸気を上記蒸気タービンプラントを構成する蒸気タービンに回収させる冷却蒸気回収系と、上記ガスタービンプラントの高温部を冷却させた冷却用空気を上記排熱回収ボイ

ラに回収させる冷却空気回収系とを備えたものである。

【0037】

また、本発明に係る石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラントは、上記目的を達成するために、請求項13に記載したように、石炭ガス化プラントに、ガスタービンプラント、排熱回収ボイラおよび蒸気タービンプラントを組み合わせた石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラントにおいて、上記石炭ガス化プラントを構成する酸素製造装置に高圧空気を供給する空気圧縮機に、モータと空気圧縮機駆動タービンを備え、起動運転時、上記空気圧縮機を上記モータで駆動させるとともに、負荷運転時、上記空気圧縮機を上記空気圧縮機駆動タービンで駆動させたものである。

【0038】

また、本発明に係る石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラントは、上記目的を達成するために、請求項14に記載したように、石炭ガス化プラントに、ガスタービンプラント、排熱回収ボイラおよび蒸気タービンプラントを組み合わせた石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラントにおいて、上記石炭ガス化プラントを構成する空気圧縮機から供給された高圧空気を酸素ガスと窒素ガスとに分離する酸素製造装置と、この酸素製造装置から分離された窒素ガスを冷却用窒素ガスとして上記ガスタービンプラントの高温部に供給する冷却窒素ガス供給系と、上記ガスタービンプラントの高温部を冷却させた冷却用窒素ガスを上記ガスタービンプラントのガスタービン燃焼器および上記石炭ガス化プラントを構成する脱硫・脱塵装置のうち、少なくとも一方に回収させる冷却窒素ガス回収系とを備えたものである。

【0039】

また、本発明に係る石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラントは、上記目的を達成するために、請求項15に記載したように、石炭ガス化プラントに、ガスタービンプラント、排熱回収ボイラおよび蒸気タービンプラントを組み合わせた石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラントにおいて、上記石炭ガス化プラントから精製された石炭ガス化ガス燃料を燃料改質器に供給する石炭ガス化ガス燃料供給系と、上記石炭ガス化プラントから発生した蒸気を冷却用蒸気として上記

ガスタービンプラントの高温部に供給する冷却蒸気供給系と、上記ガスタービンプラントの高温部を冷却させた冷却用蒸気を上記燃料改質器に回収させる冷却蒸気回収系とを備えたものである。

【0040】

また、本発明に係る石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラントは、上記目的を達成するために、請求項16に記載したように、石炭ガス化プラントに、ガスタービンプラント、排熱回収ボイラおよび蒸気タービンプラントを組み合わせた石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラントにおいて、上記石炭ガス化プラントから発生した蒸気を冷却用蒸気として上記ガスタービンプラントの高温部に供給する冷却蒸気供給系と、上記ガスタービンプラントの高温部を冷却させた冷却用蒸気を上記蒸気タービンプラントに回収させる冷却蒸気回収系と、上記石炭ガス化プラントから精製された石炭ガス化ガス燃料の発熱量を検出し、検出した石炭ガス化ガス燃料発熱量信号を演算し、その演算信号に基づいて上記石炭ガス化プラントから上記ガスタービンプラントの高温部に供給する冷却用蒸気を制御する冷却蒸気制御系とを備えたものである。

【0041】

また、本発明に係る石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラントは、上記目的を達成するために、請求項17に記載したように、冷却蒸気制御系は、発熱量検出器に演算制御器と冷却用蒸気流量調節部とを組み合わせたものである。

【0042】

また、本発明に係る石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラントは、上記目的を達成するために、請求項18に記載したように、石炭ガス化プラントに、ガスタービンプラント、排熱回収ボイラおよび蒸気タービンプラントを組み合わせた石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラントにおいて、上記石炭ガス化プラントから発生した蒸気を冷却用蒸気として上記ガスタービンプラントの高温部に供給する冷却蒸気供給系と、上記ガスタービンプラントの高温部を冷却させた冷却用蒸気を上記蒸気タービンプラントに回収させる冷却蒸気回収系と、上記石炭ガス化プラントから精製された石炭ガス化ガス燃料の発熱量を検出し、検出した石炭ガス化ガス燃料発熱量信号を演算し、その演算信号に基づいて上記ガスタービ

ンプラントを構成する空気圧縮機からガスタービン燃焼器に供給する高圧空気を制御する空気制御系とを備えたものである。

【0043】

また、本発明に係る石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラントは、上記目的を達成するために、請求項19に記載したように、石炭ガス化プラントに、ガスタービンプラント、排熱回収ボイラおよび蒸気タービンプラントを組み合わせた石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラントにおいて、上記石炭ガス化プラントから精製された石炭ガス化ガス燃料の発熱量を検出し、検出した石炭ガス化ガス燃料発熱量信号を演算し、その演算信号に基づいて上記ガスタービンプラントを構成する空気圧縮機からガスタービン燃焼器に供給する高圧空気を制御する空気制御系とを備えたものである。

【0044】

また、本発明に係る石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラントは、上記目的を達成するために、請求項20に記載したように、空気制御系は、発熱量検出器に演算制御器と空気流量調節部とを組み合わせたものである。

【0045】

【発明の実施の形態】

以下、本発明に係る石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラントの実施形態を図面および図中に付した符号を引用して説明する。

【0046】

図1は、本発明に係る石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラントの第1実施形態を示す概略系統図である。

【0047】

本実施形態に係る石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラントは、石炭ガス化プラント21に、ガスタービンプラント22、排熱回収ボイラ23および蒸気タービンプラント24を組み合わせた構成になっている。

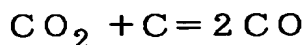
【0048】

石炭ガス化プラント21は、石炭供給部25、酸素製造装置26、石炭ガス化炉27を備え、石炭供給部25からの微粉炭と酸素製造装置26からの酸素ガス

を石炭ガス化炉 27 に供給し、ここで微粉炭の一部を燃焼させ、石炭灰融点以上の温度 $1500^{\circ} \sim 1800^{\circ}\text{C}$ を保ちつつ、残りの微粉炭を次式に基づいて反応させ、一酸化炭素 (CO) を主成分とする可燃性石炭ガスを精製するようになっている。

【0049】

【数 2】



【0050】

酸素製造装置 26 はモータ 28 で駆動される空気圧縮機 29 を備え、空気圧縮機 29 で吸い込んだ空気を圧縮して高圧化させ、その高圧空気から酸素ガスと窒素ガスとに分離させ、分離後の酸素ガスを石炭ガス化炉 27 に供給する、いわゆる酸素吹きにして上述可燃性石炭ガスを精製する一方、分離後の窒素ガスをガスタービンプラント 22 に供給する。

【0051】

また、石炭ガス化プラント 21 は、冷却器 30 と脱硫・脱塵装置 31 を備え、上述の石炭ガス化炉 27 で精製された可燃性石炭ガスを冷却器 30 で約 400°C に冷却させた後、脱硫・脱塵装置 31 で硫黄・塵埃等の不純物を除去し、クリーンな石炭ガス化ガス燃料としてガスタービンプラント 22 に供給するようになっている。

【0052】

一方、ガスタービンプラント 2 は、空気圧縮機 32、ガスタービン燃焼器 33、ガスタービン 34、発電機 35 を備え、空気圧縮機 32 で吸い込んだ空気を圧縮して高圧化させ、その高圧空気を石炭ガス化プラント 21 の脱硫・脱塵装置 31 からのクリーンな石炭ガス化ガス燃料および酸素製造装置 26 からの窒素ガスとともにガスタービン燃焼器 33 に供給し、ここで石炭ガス化ガス燃料を窒素ガスで希薄化させて NO_x 濃度の低い燃焼ガスを生成し、その燃焼ガスをガスタービン 34 で膨張仕事をさせ、その際に発生する回転トルクで発電機 35 を駆動させ、膨張仕事を終えた燃焼ガスを排ガス (排熱) として排熱回収ボイラ 23 に供給する。

【0053】

排熱回収ボイラ 23 は、過熱器、蒸発器、節炭器等の一次熱交換器 36 を収容し、ガスタービンプラント 22 のガスタービン 34 から供給された排ガスを熱源とし、蒸気タービンプラント 24 から供給された復水・給水を一次熱交換器 36 で熱交換させて蒸気を発生させ、その蒸気を蒸気タービンプラント 24 に供給する。

【0054】

蒸気タービンプラント 24 は、蒸気タービン 37、発電機 38、復水器 39、給水ポンプ 40 を備え、排熱回収ボイラ 23 からの蒸気をタービン駆動蒸気として蒸気タービン 37 に供給し、ここで膨張仕事をさせ、その際に発生する回転トルクで発電機 38 を駆動し、膨張仕事を終えたタービン起動蒸気（タービン排気）を復水器 39 で凝縮させて復水・給水にし、その復水・給水を給水ポンプ 40 を介して一部を冷却器 30 に供給するとともに、残りを排熱回収ボイラ 23 に還流させる。

【0055】

また、石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラントは、石炭ガス化プラント 21 の冷却器 30 の出口側をガスタービン 34 のガスタービン高温部 41、例えばガスタービン静翼、ガスタービン動翼、ガスタービンロータ等に接続させる冷却蒸気供給系 42 とガスタービン高温部 41 の出口側を蒸気タービンプラント 24 の蒸気タービン 37 の入口側に接続させる冷却蒸気回収系 43 とをそれぞれ設け、石炭ガス化炉 27 からの高温石炭ガス化ガス燃料と蒸気タービンプラント 24 からの復水・給水とを冷却器 30 で熱交換させ、その際に発生する蒸気を冷却用蒸気としてガスタービン 34 のガスタービン高温部 41 に供給し、ガスタービン高温部 41 を冷却させるとともに、ガスタービン高温部を冷却させた後の冷却用蒸気を蒸気タービン 37 に回収させたものである。

【0056】

このように本実施形態は、冷却器 30 とガスタービン 34 のガスタービン高温部 41 とを接続させる冷却蒸気供給系 42 を設けるとともに、ガスタービン高温部 41 を冷却させた冷却用蒸気を蒸気タービン 37 に回収させる冷却蒸気回収系

43を設けたので、ガスタービン高温部41を冷却させてその構成部品の強度を高く維持させることができ、冷却用蒸気の蒸気タービン37への回収により熱の有効活用を図ることができる。

【0057】

したがって、本実施形態によれば、ガスタービン高温部41の効果的な冷却と相まって熱エネルギーの有効活用を図ったので、ガスタービン駆動ガスのより一層の高温化とともにプラント熱効率を向上させることができる。

【0058】

図2は、本発明に係る石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラントの第2実施形態を示す概略系統図である。なお、第1実施形態の構成部分と同一または対応する部分には同一符号を付す。

【0059】

本実施形態に係る石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラントは、石炭ガス化プラント1の冷却器30の出口側をガスタービン燃焼器33の燃焼器高温部44、例えば燃焼器ライナ、トランジションピース等を介してガスタービン34のガスタービン高温部41に接続させる冷却蒸気供給系42とガスタービン高温部41の出口側を蒸気タービンプラント24の蒸気タービン37の入口側に接続させる冷却蒸気回収系43とをそれぞれ設け、石炭ガス化炉27からの高温石炭ガス化ガス燃料と蒸気タービンプラント24からの復水・給水とを冷却器30で熱交換させ、その際に発生する蒸気を冷却用蒸気として燃焼器高温部44およびガスタービン高温部41に直列に供給し、燃焼器高温部44およびガスタービン高温部41を冷却させるとともに、ガスタービン高温部41を冷却させた後の冷却用蒸気を蒸気タービン37に回収させたものである。

【0060】

このように、本実施形態は、冷却器30から燃焼器高温部44を介してガスタービン高温部41に接続する冷却蒸気供給系42を設けるとともに、燃焼器高温部44およびガスタービン高温部41を冷却させた冷却用蒸気を蒸気タービン37に回収させる冷却蒸気回収系43を設けたので、燃焼器高温部44およびガスタービン高温部41を冷却させて各構成部品の強度を高く維持させることができ

、冷却用蒸気の蒸気タービン 37 への回収により熱の有効活用を図ることができる。

【0061】

したがって、本実施形態によれば、燃焼器高温部 44 およびガスタービン高温部 41 の効果的な冷却と相まって熱エネルギーの有効活用を図ったので、ガスタービン駆動ガスのより一層の高温化とともに、プラント熱効率を向上させることができる。

【0062】

図 3 は、本発明に係る石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラントの第 3 実施形態を示す概略系統図である。なお、第 1 実施形態の構成部分と同一または対応する部分には同一符号を付す。

【0063】

本実施形態に係る石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラントは、石炭ガス化プラント 1 の冷却器 30 の出口側をガスタービン燃焼器 33 の燃焼器高温部 44、例えば燃焼器ライナ、トランジションピース等を介してガスタービン 34 のガスタービン高温部 41 に接続させる冷却蒸気供給系 42 とガスタービン高温部 41 の出口側を排熱回収ボイラ 23 の一次熱交換器 36 における中間熱交換器、例えば中圧節炭器に接続させる冷却蒸気回収系 43 とをそれぞれ設け、石炭ガス化炉 27 からの高温石炭ガス化ガス燃料と蒸気タービンプラント 24 からの復水・給水とを冷却器 30 で熱交換させ、その際に発生する蒸気を冷却用蒸気として燃焼器高温部 44 およびガスタービン高温部 41 に直列に供給し、燃焼器高温部 44 およびガスタービン高温部 41 を冷却させるとともに、ガスタービン高温部 41 を冷却させた後の冷却用蒸気を熱交換器 36 の中間熱交換器に回収させたものである。

【0064】

このように、本実施形態は、冷却器 30 から燃焼器高温部 44 を介してガスタービン高温部 41 に接続する冷却蒸気供給系 42 を設けるとともに、燃焼器高温部 44 およびガスタービン高温部 41 を冷却させた冷却用蒸気を排熱回収ボイラ 23 の一次熱交換器 36 における中間熱交換器に回収させる冷却蒸気回収系 43

を設けたので、燃焼器高温部 44 およびガスタービン高温部 41 を冷却させて各構成部品の強度を高く維持させることができ、冷却用蒸気の排熱回収ボイラ 23 の一次熱交換器 36 における中間熱交換器への回収により熱の有効活用を図ることができる。特に、ガスタービン高温部 41 を冷却させた冷却用蒸気を排熱回収ボイラ 23 の一次熱交換器 36 における中間熱交換器に回収させれば、排熱回収ボイラ 23 で再び適圧適温に加熱させて蒸気タービン 37 に供給することができ、蒸気タービン 37 の出力を増加させてプラント熱効率を向上させることができる。

【0065】

図 4 は、本発明に係る石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラントの第 4 実施形態を示す概略系統図である。なお、第 1 実施形態の構成部分と同一または対応する部分には同一符号を付す。

【0066】

本実施形態に係る石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラントは、排熱回収ボイラ 23 の一次熱交換器 36 における中間熱交換器、例えば高圧節炭器の出口側をガスタービン 34 のガスタービン高温部 41 に接続させる冷却蒸気供給系 42 とガスタービン高温部 41 の出口側を石炭ガス化プラント 21 の石炭ガス化炉 27 に接続させる冷却蒸気回収系 43 とをそれぞれ設ける一方、石炭ガス化プラント 21 の空気圧縮機 29 から石炭ガス化炉 27 に酸化剤として高圧空気を供給する酸化剤用空気系 45 をバイパスして石炭供給部 25 に接続させる微粉炭搬送用空気系 46 を設けたものである。なお、本実施形態は、石炭ガス化炉 27 から精製される石炭ガス化ガス燃料が低カロリーになっているので石炭ガス化炉 27 に純酸素ガスが供給されていない。

【0067】

このように、本実施形態は、排熱回収ボイラ 23 の一次熱交換器 36 における中間熱交換器をガスタービン高温部 41 に接続させる冷却蒸気供給系 42 を設けるとともに、ガスタービン高温部 41 を冷却させた冷却用蒸気をガス化剤として石炭ガス化炉 27 に回収させる冷却蒸気回収系 43 を設けたので、ガスタービン高温部 41 を冷却し、その構成部品の強度を高く維持させてガスタービン駆動ガ

スのより一層の高温化を図ることができ、冷却用蒸気をガス化剤として石炭ガス化炉 27 に回収させて石炭ガス化ガス燃料を精製するに要する熱エネルギーを節約することができ、結果としてプラント熱効率を向上させることができる。

【0068】

または、本実施形態は、石炭ガス化プラント 21 の空気圧縮機 29 から石炭ガス化炉 27 に酸化剤として高圧空気を供給する酸化剤用空気系 45 にバイパスして石炭供給部 25 に接続させる微粉炭搬送用空気系 46 を設けたので、微粉炭搬送に必要な付帯設備およびそれに要する動力費を少なくさせることができる。

【0069】

図 5 は、本発明に係る石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラントの第 5 実施形態を示す概略系統図である。なお、第 1 実施形態の構成部分と同一または対応する部分には同一符合を付す。

【0070】

本実施形態に係る石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラントは、ガスタービンプラント 22 の空気圧縮機 32 から抽気した高圧空気を、ガスタービン 34 のガスタービン高温部 41 に供給する冷却空気供給系 47 とガスタービン高温部 41 を冷却させた冷却用空気を石炭ガス化プラント 21 の石炭ガス化炉 27 に供給する冷却空気回収系 48 とを設けたものである。

【0071】

このように、本実施形態は、ガスタービンプラント 22 の空気圧縮機 32 から抽気した高圧空気を冷却用空気としてガスタービン高温部 41 に供給する冷却空気供給系 47 を設けるとともに、ガスタービン高温部 41 を冷却させた冷却用空気を酸化剤として石炭ガス化炉 27 に供給する冷却空気回収系 48 を設けたので、ガスタービン高温部 41 を冷却し、その構成部品の強度を高く維持させてガスタービン駆動ガスのより一層の高温化を図ることができ、冷却用空気を酸化剤として石炭ガス化炉 27 に回収させ、石炭ガス化プラント 21 の空気圧縮機 29 に何らかの事故があっても石炭ガス化炉 27 を自立運転させることができ、結果として熱の有効活用を図ってプラント熱効率を向上させることができる。

【0072】

図6は、本発明に係る石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラントの第6実施形態を示す概略系統図である。なお、第1実施形態の構成部分と同一または対応する部分には同一符号を付す。

【0073】

本実施形態に係る石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラントは、排熱回収ボイラ23の排ガス下流側に收容した二次熱交換器49、例えば低圧節炭器を、蒸気タービンプラント24の給水ポンプ40の出口側に接続する復水・給水系50を備えるとともに、二次熱交換器49で加温（予熱）させた復水・給水をガスタービン34のガスタービン高圧部41に供給する加温水供給系51とガスタービン高温部41を冷却させた冷却用加温復水・給水を石炭ガス化プラント21の石炭供給部25に回収させる加温水回収系52を設けたものである。

【0074】

このように、本実施形態は、排熱回収ボイラ23の排ガス下流側に收容した二次熱交換器49を給水ポンプ40の出口側に接続する復水・給水系50を備えるとともに、二次熱交換器49で加温させた復水・給水をガスタービン高温部41に供給する加温水供給系51を設けるとともに、ガスタービン高温部41を冷却させた冷却用加温復水・給水を微粉炭スラリ用として石炭供給部25に供給する加温水回収系52を設けたので、ガスタービン高温部41を冷却し、その構成部品の強度を高く維持させてガスタービン駆動ガスのより一層の高温化を図ることができ、冷却用加温復水・給水を微粉炭スラリ用として石炭供給部25に回収させ、微粉炭スラリの生成に必要な付帯設備およびそれに要する動力費を少なくさせることができる。

【0075】

図7は、本発明に係る石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラントの第7実施形態を示す概略系統図である。なお、第1実施形態の構成部分と同一または対応する部分には同一符号を付す。

【0076】

本実施形態に係る石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラントは、第6実施

形態と同様に、排熱回収ボイラ 23 の排ガス下流側に収容した二次熱交換器 49、例えば低圧節炭器を、蒸気タービンプラント 24 の給水ポンプ 40 の出口側に接続する復水・給水系 50 を備えるとともに、二次熱交換器 49 で加温（予熱）させた復水・給水をガスタービン 34 のガスタービン高温部 41 に供給する加温水供給系 51 とガスタービン高温部 41 を冷却させた冷却用加温復水・給水を排熱回収ボイラ 23 の一次熱交換器 36 に回収させる加温水回収系 52 を設けたものである。

【0077】

このように、本実施形態は、排熱回収ボイラ 23 の排ガス下流側に収容した二次熱交換器 49 を給水ポンプ 40 の出口側に接続する復水・給水系 50 を備えるとともに、二次熱交換器で加温させた復水・給水をガスタービン高温部 41 に供給する加温水供給系 51 を設けるとともに、ガスタービン高温部 41 を冷却させた冷却用加温復水・給水を排熱回収ボイラ 23 の一次熱交換器 36 に回収する加温水回収系 52 を設けたので、ガスタービン高温部 41 を冷却し、その構成部品の強度を高く維持させてガスタービン駆動ガスのより一層の高温化を図ることができ、冷却用加温復水・給水を一次熱交換器 36 に回収させ、冷却用加温復水・給水の循環に伴う熱エネルギーの回収を図ることができ、プラント熱効率を向上させることができる。

【0078】

図 8 は、本発明に係る石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラントの第 8 実施形態を示す概略系統図である。なお、第 1 実施形態の構成部分と同一または対応する部分には同一符号を付す。

【0079】

本実施形態に係る石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラントは、蒸気タービンプラント 24 の蒸気タービン 37 を高圧タービン 53 と低圧タービン 54 とに区分けする一方、区分けした高圧タービン 53 のタービン排気の一部をガスタービン 34 のガスタービン高温部 41 に冷却用蒸気として供給する冷却蒸気供給系 42 を設けるとともに、ガスタービン高温部 41 を冷却させた冷却用蒸気を、排熱回収ボイラ 23 に収容した補助熱交換器 55 を介して低圧タービン 54 に回

収させる冷却蒸気回収系 43 を設けたものである。なお、高圧タービン 53 は、残りのタービン排気を、石炭ガス化プラント 21 の冷却器 30 から発生した蒸気および上述のガスタービン高温部 41 を冷却させた冷却用蒸気に合流させて補助熱交換器 55 に供給する構成になっている。

【0080】

このように、本実施形態は、蒸気タービン 37 を高圧タービン 53 と低圧タービン 54 とに区分けし、区分けした高圧タービン 53 のタービン排気の一部をガスタービン高温部 41 に冷却用蒸気として供給する冷却蒸気供給系 42 を設けるとともに、ガスタービン高温部 41 を冷却させた冷却用蒸気としてのタービン排気を、冷却器 30 からの蒸気と高圧タービン 37 からの残りのタービン排気とに合流させ、合流蒸気を補助熱交換器 55 で圧力・温度調整後、低圧タービン 54 に回収させる冷却蒸気回収系 43 を設けたので、ガスタービン高温部 41 を冷却し、その構成部品の強度を高く維持させてガスタービン駆動ガスのより一層の高温化を図ることができ、ガスタービン高温部 41 の冷却後のタービン排気の熱回収を図ることができ、結果としてプラント熱効率を向上させることができる。

【0081】

図 9 は、本発明に係る石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラントの第 9 実施形態を示す概略系統図である。なお、第 1 実施形態の構成部分と同一または対応する部分には同一符号を付す。

【0082】

本実施形態に係る石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラントは、石炭ガス化プラント 21 の冷却器 30 から発生する蒸気をガスタービン 34 のガスタービン高温部 41 に冷却用蒸気として供給する冷却蒸気供給系 42 とガスタービン高温部 41 を冷却させた冷却用蒸気を排熱回収ボイラ 23 の一次熱交換器 36、例えば過熱器で発生した蒸気と合流させて蒸気タービン 37 に供給する冷却蒸気回収系 43 とを設けるとともに、起動運転時、冷却器 36 の蒸気が発生していないとき、空気圧縮機 32 からの高圧空気の一部を冷却用空気としてガスタービン高温部 41 に供給する冷却空気供給系 47 とガスタービン高温部 41 を冷却させた冷却用空気を排熱回収ボイラ 23 に供給する冷却空気回収系 48 とをそれぞれ設

けたものである。

【0083】

このように、本実施形態は、ガスタービン高温部41に冷却蒸気供給系42と冷却空気供給系47とをそれぞれ設け、起動運転時からガスタービン高温部41を冷却させるとともに、ガスタービン高温部41を冷却させた冷却用蒸気または冷却用空気を、蒸気タービン37および排熱回収ボイラ23のそれぞれ回収させる冷却蒸気回収系43および冷却空気回収系48のそれぞれを設けたので、常にガスタービン高温部41は冷却させることができ、ガスタービン駆動ガスの高温化に伴うガスタービン34に安定運転を行わせることができる。

【0084】

図10は、本発明に係る石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラントの第10実施形態を示す概略系統図である。なお、第1実施形態の構成部分と同一または対応する部分には同一符号を付す。

【0085】

本実施形態に係る石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラントは、石炭ガス化プラント21の酸素製造装置26に高圧空気を供給する空気圧縮機29に空気圧縮機駆動タービン56を設け、起動運転時、空気圧縮機29をモータ38で駆動し、負荷運転時、空気圧縮機29を空気圧縮機駆動タービン56で駆動させたものである。なお、空気圧縮機駆動タービン56は、石炭ガス化プラント21の冷却器30から発生し、蒸気タービンプラント24の蒸気タービン37に供給する蒸気の一部を駆動源とするとともに、膨張仕事を終えたタービン排気を蒸気タービンプラント24の復水器39に回収させている。

【0086】

このように、本実施形態は、起動運転時、空気圧縮機29をモータ28で駆動させ、負荷運転時、空気圧縮機29を冷却器30から発生する蒸気の一部を利用して空気圧縮機駆動タービン56で駆動させたので、空気圧縮機29を駆動させるに必要なエネルギーを節約することができ、結果としてプラント熱効率を向上させることができる。

【0087】

図11は、本発明に係る石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラントの第1実施形態を示す概略系統図である。なお、第1実施形態の構成部分と同一または対応する部分には同一符号を付す。

【0088】

本実施形態に係る石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラントは、石炭ガス化プラント21の酸素製造装置26の出口側をガスタービン34のガスタービン高温部41の入口側に接続させる冷却窒素ガス供給系57とガスタービン高温部41の出口側をガスタービンプラント22のガスタービン燃焼器33および石炭ガス化プラント21の脱硫・脱塵装置31のそれぞれの入口側に接続させる冷却窒素ガス回収系58とをそれぞれ設け、空気圧縮機29から酸素製造装置26に供給された高圧空気を酸素ガスと窒素ガスとに分離させ、分離させた窒素ガスを冷却用窒素ガスとしてガスタービン高温部41に供給し、ガスタービン高温部41を冷却させるとともに、ガスタービン高温部41を冷却させた後の冷却用窒素ガスをガスタービン燃焼器33および脱硫・脱塵装置31のそれぞれに回収させたものである。

【0089】

このように、本実施形態は、酸素製造装置26からガスタービン高温部41に接続する冷却窒素ガス供給系57を設けると、ガスタービン高温部41を冷却させた冷却用窒素ガスをガスタービン燃焼器33および脱硫・脱塵装置31のそれぞれに回収させる冷却窒素ガス回収系58を設けたので、ガスタービン高温部41を冷却させて各構成部品の強度を高く維持させることができ、ガスタービン燃焼器31の石炭ガス化ガス燃料に窒素ガスを加えて生成される燃焼ガスの NO_x 濃度を低くすることができ、脱硫・脱塵装置のフィルタに窒素ガスを供給して逆洗浄することができる。

【0090】

したがって、本実施形態によれば、ガスタービン高温部41の効果的な冷却と相まって窒素ガスの有効活用を図ったので、ガスタービン駆動ガスのより一層高温化とともに、プラント熱効率を向上させることができる。

【0091】

図12は、本発明に係る石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラントの第12実施形態を示す概略系統図である。なお、第1実施形態の構成部品と同一または対応する部分には同一符号を付す。

【0092】

本実施形態に係る石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラントは、石炭ガス化プラント21の脱硫・脱塵装置31からガスタービン燃焼器33に供給する石炭ガス化ガス燃料の一部を抽気し、燃料改質器59に供給する石炭ガス化ガス燃料供給系60と、冷却器30から発生した蒸気を冷却用蒸気としてガスタービン34のガスタービン高温部41に供給する冷却蒸気供給系42とガスタービン高温部41を冷却させた冷却用蒸気を燃料改質器59に回収させる冷却蒸気回収系43とをそれぞれ設けたものである。

【0093】

このように、本実施形態は、冷却器30からガスタービン高温部41に接続させる冷却蒸気供給系42とガスタービン高温部41を冷却させた冷却用蒸気を燃料改質器59に回収させる冷却蒸気回収系43とを設けるとともに、脱硫・脱塵装置31からの石炭ガス化ガス燃料を燃料改質器59に供給する石炭ガス化ガス燃料供給系60を設けたので、ガスタービン高温部41を冷却させて各構成部品の強度を高く維持させることができ、燃料改質器59で石炭ガス化ガス燃料と冷却用蒸気とにより新たな燃料を生成して他の分野にも広く有効に活用することができる。特に、燃料改質器59を、例えば燃料電池発電プラントに組み込めば、エネルギーの有効活用を図ることができる。

【0094】

図13は、本発明に係る石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラントの第13実施形態を示す概略制御系統図である。なお、第1実施形態の構成部分と同一または対応する部分には同一符号を付す。

【0095】

本実施形態に係る石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラントは、石炭ガス化プラント21の脱硫・脱塵装置31からガスタービンプラント22のガスター

ビン燃焼器 33 に供給する石炭ガス化ガス燃料の発熱量を検出端 61 を介して検出する発熱量検出器 62 と発熱量検出器 62 で検出した信号を演算する演算制御器 63 と演算制御器 63 で演算した信号に基づいて石炭ガス化プラント 21 の冷却器 30 から冷却蒸気供給系 42 を介してガスタービン 34 のガスタービン高温部 41 に供給する冷却用蒸気の流量を調節する冷却用蒸気流量調節部 64 とを備えたものである。

【0096】

このように、本実施形態は、脱硫・脱塵装置 31 からガスタービン燃焼器 33 に供給される石炭ガス化ガス燃料の発熱量を発熱量検出器 62 で検出し、検出した発熱量信号に基づいて冷却器 30 からガスタービン高温部 41 に供給される冷却用蒸気を冷却用蒸気流量調節部 64 で調節したので、ガスタービン高温部 41 に安定した冷却用蒸気を供給することができ、ガスタービン 34 に安定運転を行わせることができる。

【0097】

図 14 は、本発明に係る石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラントの第 14 実施形態を示す概略制御系統図である。なお、第 1 実施形態の構成部分と同一または対応する部分には同一符号を付す。

【0098】

本実施形態に係る石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラントは、石炭ガス化プラント 21 の脱硫・脱塵装置 31 からガスタービンプラント 22 のガスタービン燃焼器 33 に供給する石炭ガス化ガス燃料の発熱量を検出端 61 を介して検出する発熱量検出器 62 と発熱量検出器 62 で検出した信号を演算する演算制御器 63 と演算制御器 63 で演算した信号に基づいてガスタービンプラント 22 の空気圧縮機 32 からガスタービン燃焼器 33 に供給する高圧空気を調節する空気流量調節部 65 とを備えたものである。

【0099】

このように、本実施形態は、脱硫・脱塵装置 31 からガスタービン燃焼器 33 に供給される石炭ガス化ガス燃料の発熱量を発熱量検出器 62 で検出し、検出した発熱量信号に基づいて空気圧縮機 32 からガスタービン燃焼器 33 に供給され

る高圧空気を空気流量調節部 65 で調節し、石炭ガス化プラント 21 の冷却器 30 からガスタービン 34 のガスタービン高温部 41 に供給される冷却用蒸気の流量に見合うようにガスタービン燃焼器 33 から生成されたガスタービン駆動ガスをガスタービン 34 に供給したので、ガスタービン 34 に安定運転を行わせることができる。なお、本実施形態は、ガスタービン高温部 41 に供給される冷却用蒸気の流量に見合うように、空気圧縮機 32 からガスタービン燃焼器 33 に供給される高圧空気の流量を調節したものであるが、この実施形態に限らず、例えば図 15 に示すように、ガスタービン 34 を冷却しない場合、空気圧縮機 32 からガスタービン燃焼器 33 に供給される高圧空気を空気流量調節部 65 で調節しても良い。特に、石炭ガス化プラント 21 からガスタービンプラント 22 のガスタービン燃焼器 33 に供給される石炭ガス化ガス燃料の流量に対し、空気圧縮機 32 からガスタービン燃焼器 33 に供給される高圧空気を空気流量調節部 65 で調整して対応させれば、ガスタービン燃焼器 33 のガスタービン駆動ガス（燃焼ガス）の失火を防止できる点で有効である。

【0100】

【発明の効果】

以上の説明のとおり、本発明に係る石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラントは、石炭ガス化プラントから発生する蒸気を利用してガスタービンプラントの高温部を冷却させる冷却蒸気供給系を備えるとともに、ガスタービンプラントの高温部を冷却させた冷却用蒸気を蒸気タービンプラント排熱回収ボイラおよび石炭ガス化プラントの少なくとも一方に回収させる冷却蒸気回収系を備えたので、ガスタービンプラントの高温部の強度を高く維持させてガスタービン駆動ガスの高温化を図ることができ、熱エネルギーの有効活用を図ってプラント熱効率を向上させることができる。

【0101】

また、本発明に係る石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラントは、石炭ガス化プラントから精製される石炭ガス化ガス燃料の発熱量を検出し、検出した発熱量に見合うように、ガスタービンプラントの高温部に供給する冷却用蒸気およびガスタービン燃焼器に供給する高圧空気の少なくとも一方を調節する制御系を

備えたので、ガスタービンプラントに安定運転を行わせることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明に係る石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラントの第 1 実施形態を示す概略系統図。

【図 2】

本発明に係る石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラントの第 2 実施形態を示す概略系統図。

【図 3】

本発明に係る石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラントの第 3 実施形態を示す概略系統図。

【図 4】

本発明に係る石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラントの第 4 実施形態を示す概略系統図。

【図 5】

本発明に係る石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラントの第 5 実施形態を示す概略系統図。

【図 6】

本発明に係る石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラントの第 6 実施形態を示す概略系統図。

【図 7】

本発明に係る石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラントの第 7 実施形態を示す概略系統図。

【図 8】

本発明に係る石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラントの第 8 実施形態を示す概略系統図。

【図 9】

本発明に係る石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラントの第 9 実施形態を示す概略系統図。

【図 10】

本発明に係る石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラントの第 10 実施形態を示す概略系統図。

【図 11】

本発明に係る石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラントの第 11 実施形態を示す概略系統図。

【図 12】

本発明に係る石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラントの第 12 実施形態を示す概略系統図。

【図 13】

本発明に係る石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラントの第 13 実施形態を示す概略制御系統図。

【図 14】

本発明に係る石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラントの第 14 実施形態を示す概略制御系統図。

【図 15】

本発明に係る石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラントの第 14 実施形態における変形例を示す概略制御系統図。

【図 16】

従来の石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラントを示す概略系統図。

【符号の説明】

- 1 石炭ガス化プラント
- 2 ガスタービンプラント
- 3 排熱回収ボイラ
- 4 蒸気タービンプラント
- 5 石炭供給部
- 6 酸素製造装置
- 7 石炭ガス化炉
- 8 モータ

9 空気圧縮機

10 冷却器

11 脱硫・脱塵装置

12 空気圧縮機

13 ガスタービン燃焼器

14 ガスタービン

15 発電機

16 熱交換器

17 蒸気タービン

18 発電機

19 復水器

20 給水ポンプ

21 石炭ガス化プラント

22 ガスタービンプラント

23 排熱回収ボイラ

24 蒸気タービンプラント

25 石炭供給部

26 酸素製造装置

27 石炭ガス化炉

28 モータ

29 空気圧縮機

30 冷却器

31 脱硫・脱塵装置

32 空気圧縮機

33 ガスタービン燃焼器

34 ガスタービン

35 発電機

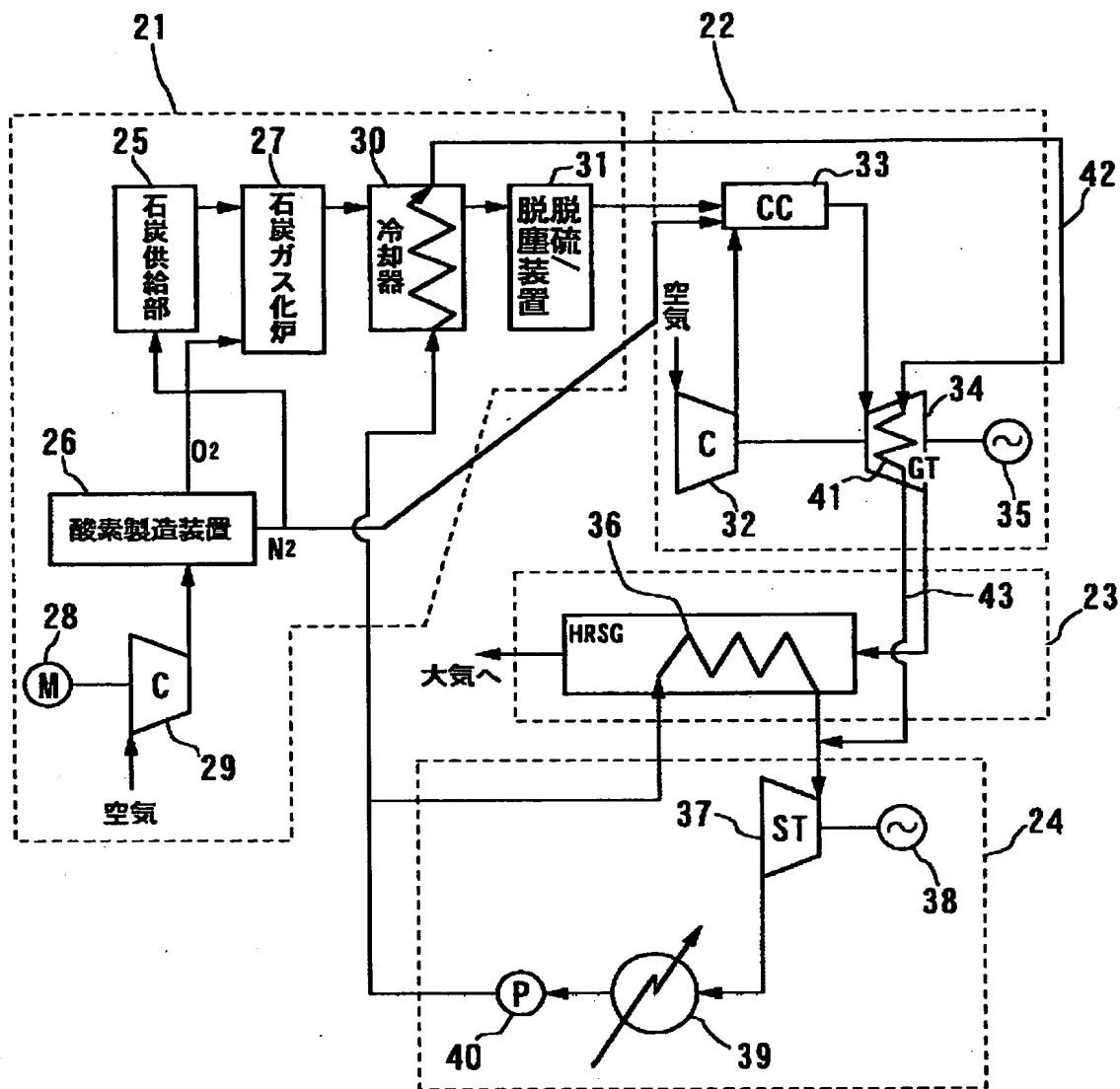
36 一次熱交換器

37 蒸気タービン

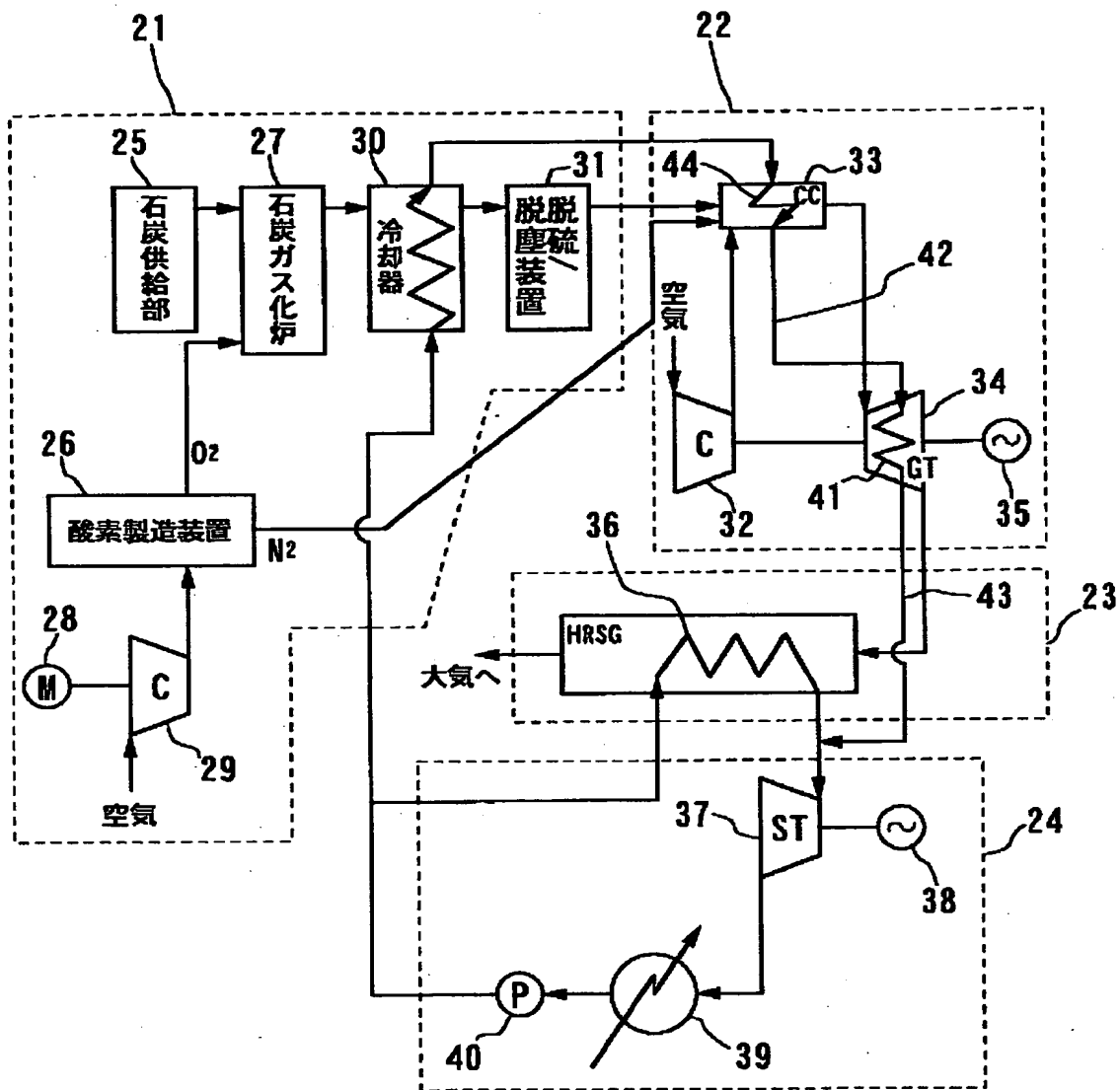
- 38 発電機
- 39 復水器
- 40 給水ポンプ
- 41 ガスタービン高温部
- 42 冷却蒸気供給系
- 43 冷却蒸気回収系
- 44 燃焼器高温部
- 45 酸化剤用空気系
- 46 微粉炭用空気系
- 47 冷却空気供給系
- 48 冷却空気回収系
- 49 二次熱交換器
- 50 復水・給水系
- 51 加温水供給系
- 52 加温水回収系
- 53 高圧タービン
- 54 低圧タービン
- 55 補助熱交換器
- 56 空気圧縮機駆動タービン
- 57 冷却窒素ガス供給系
- 58 冷却窒素ガス回収系
- 59 燃料改質器
- 60 石炭ガス化ガス燃料供給系
- 61 検出端
- 62 発熱量検出器
- 63 演算制御器
- 64 冷却用蒸気流量調節部
- 65 空気流量調節部

【書類名】 図面

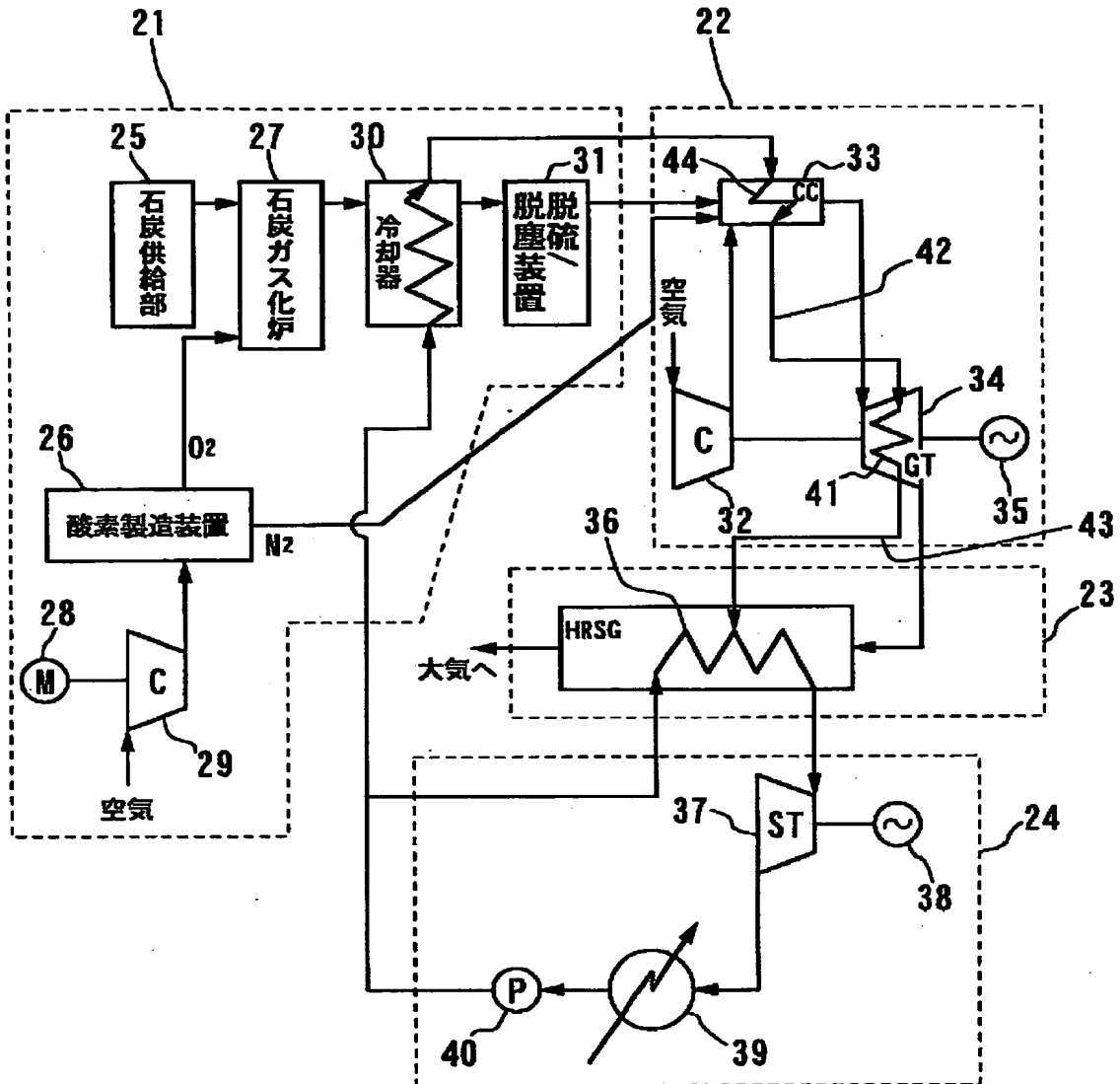
【図 1】



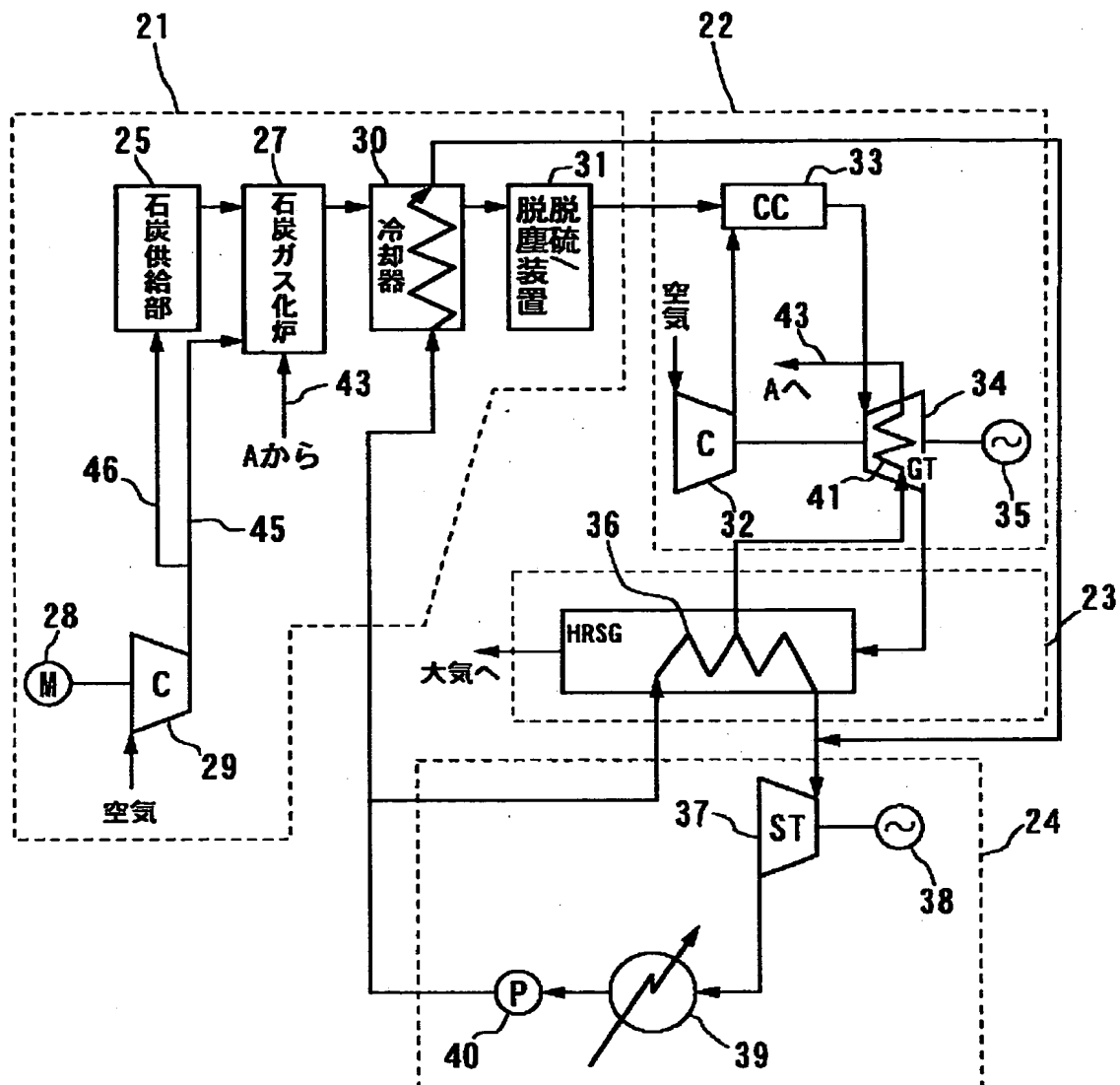
【図 2】



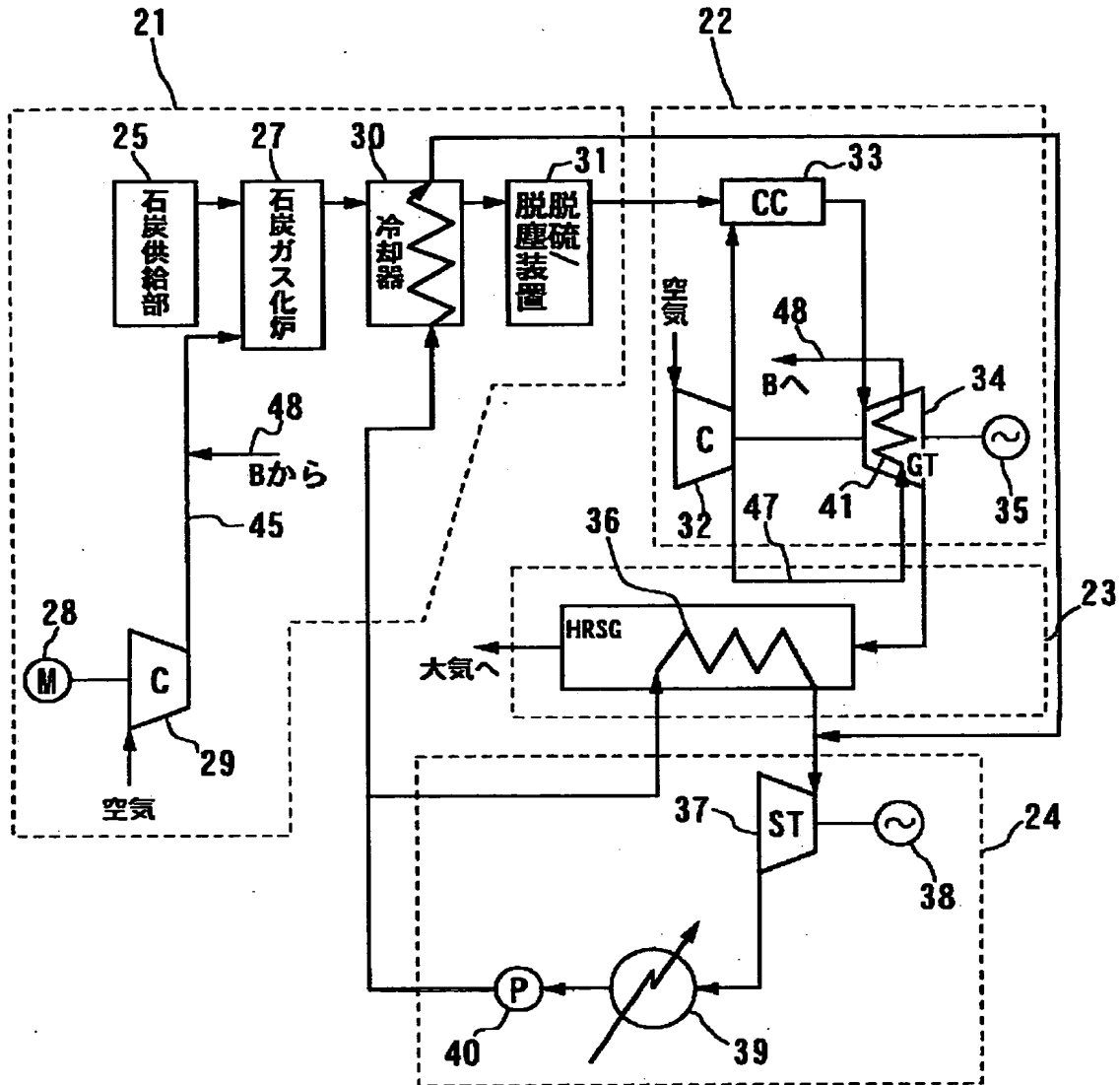
【図 3】



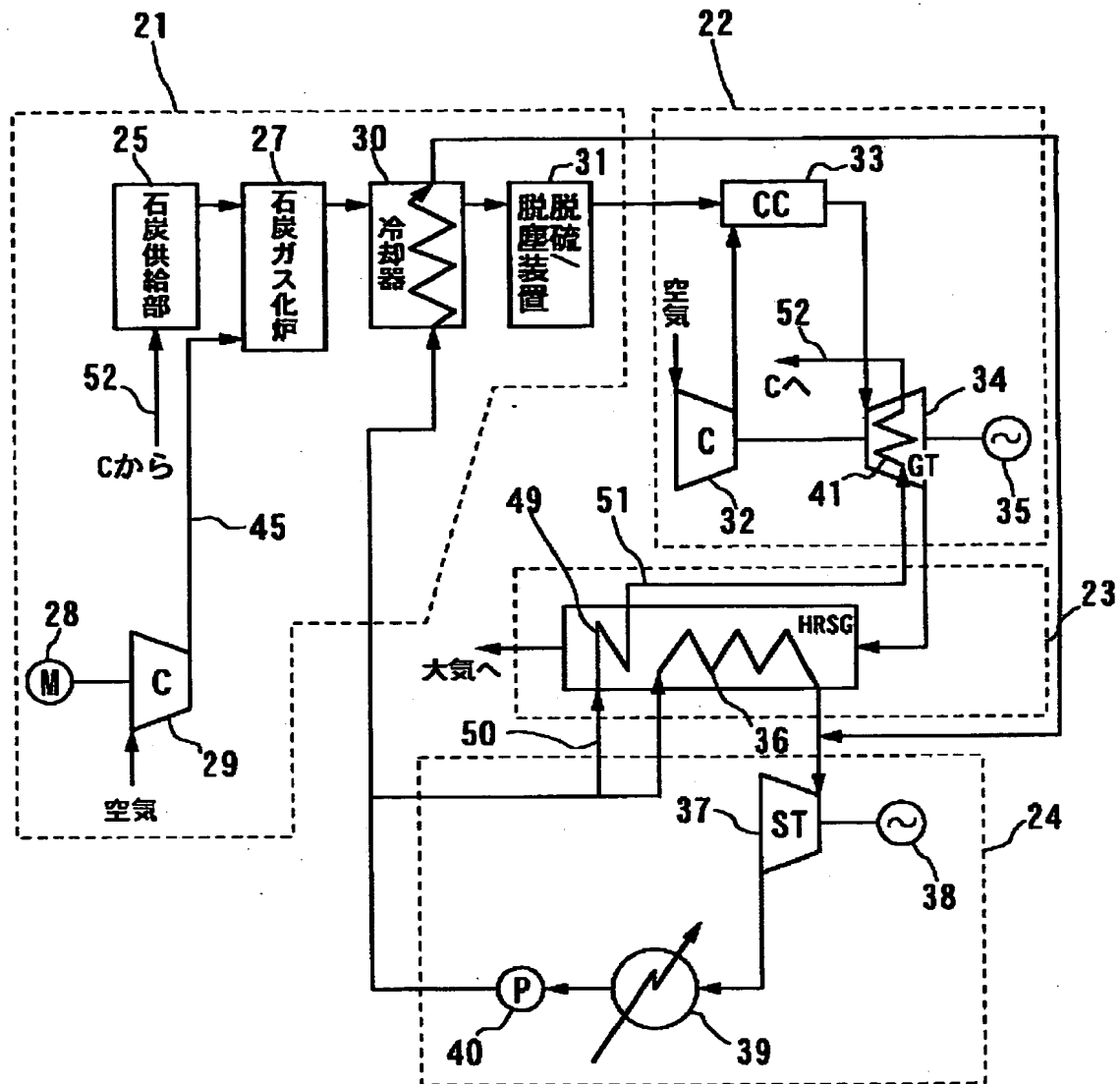
【図4】



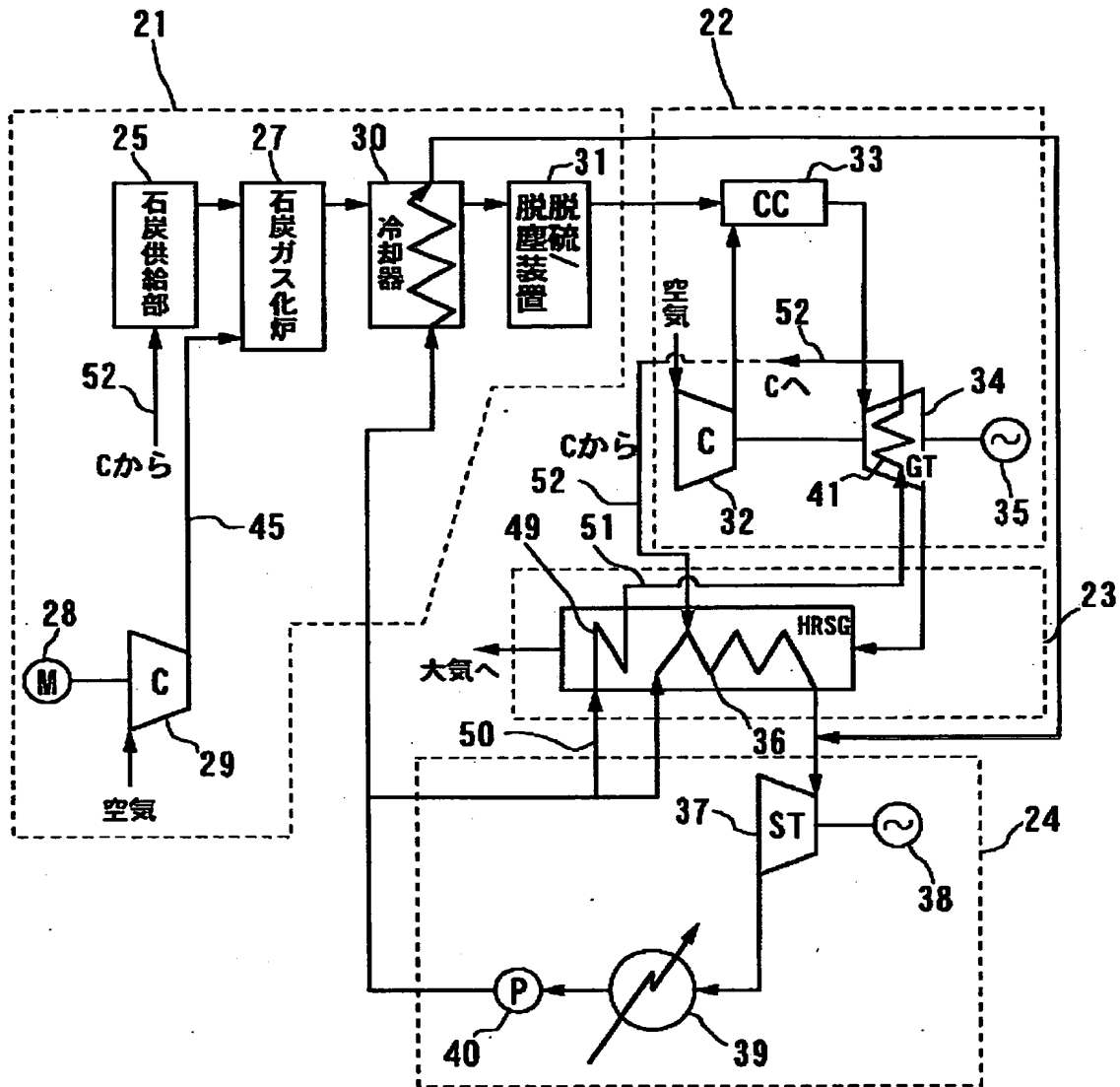
【図5】



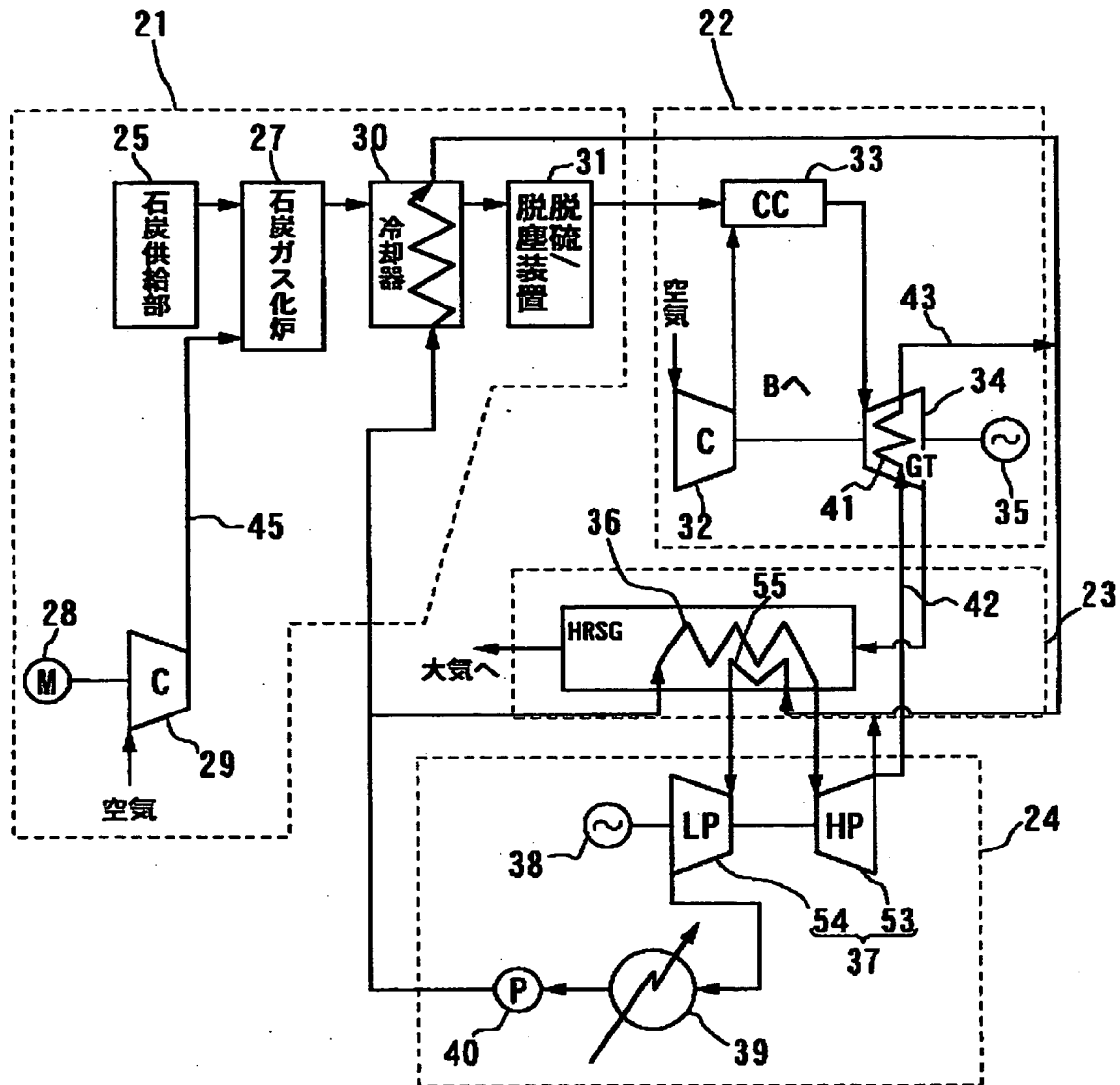
【図6】



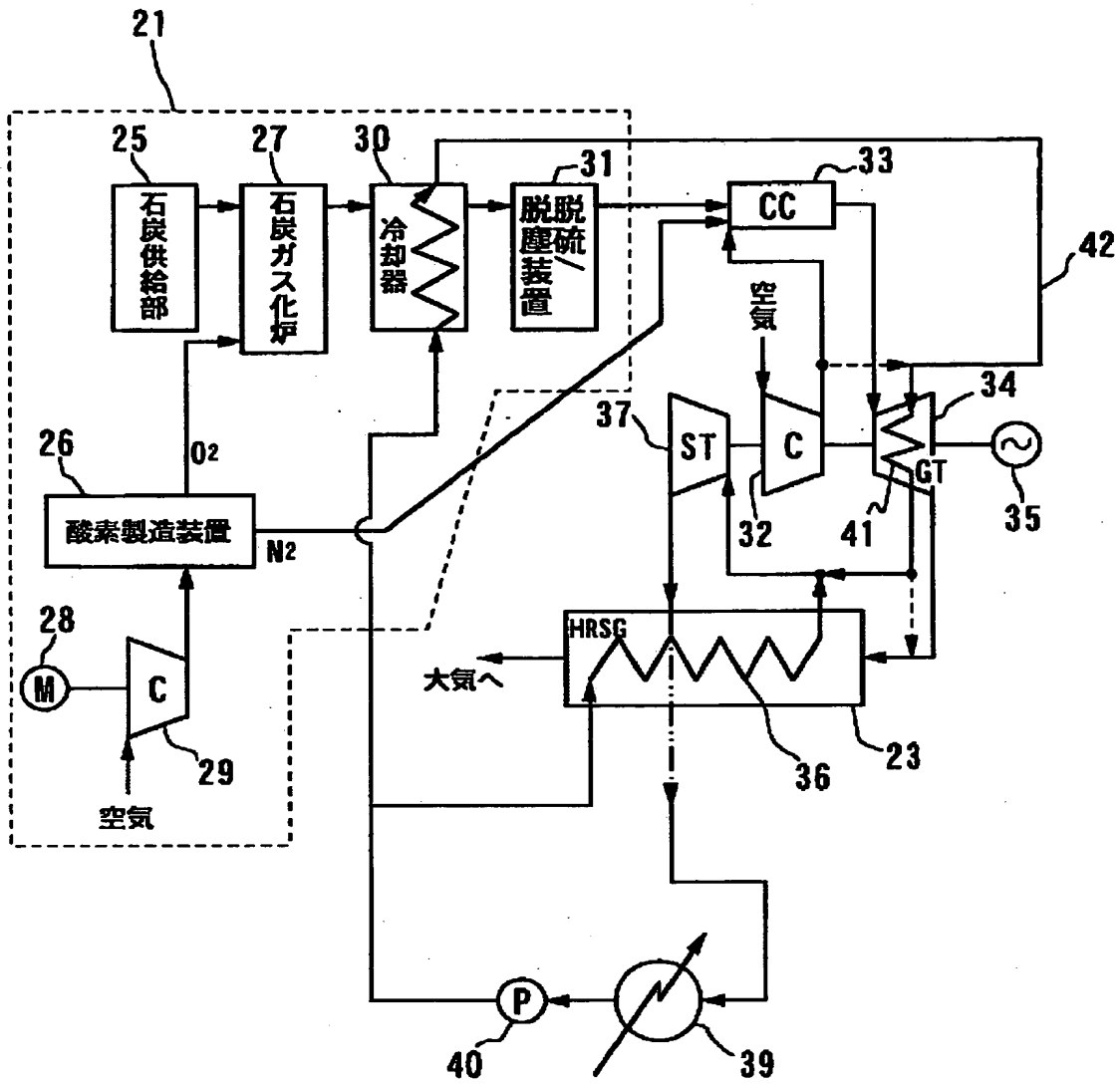
【図7】



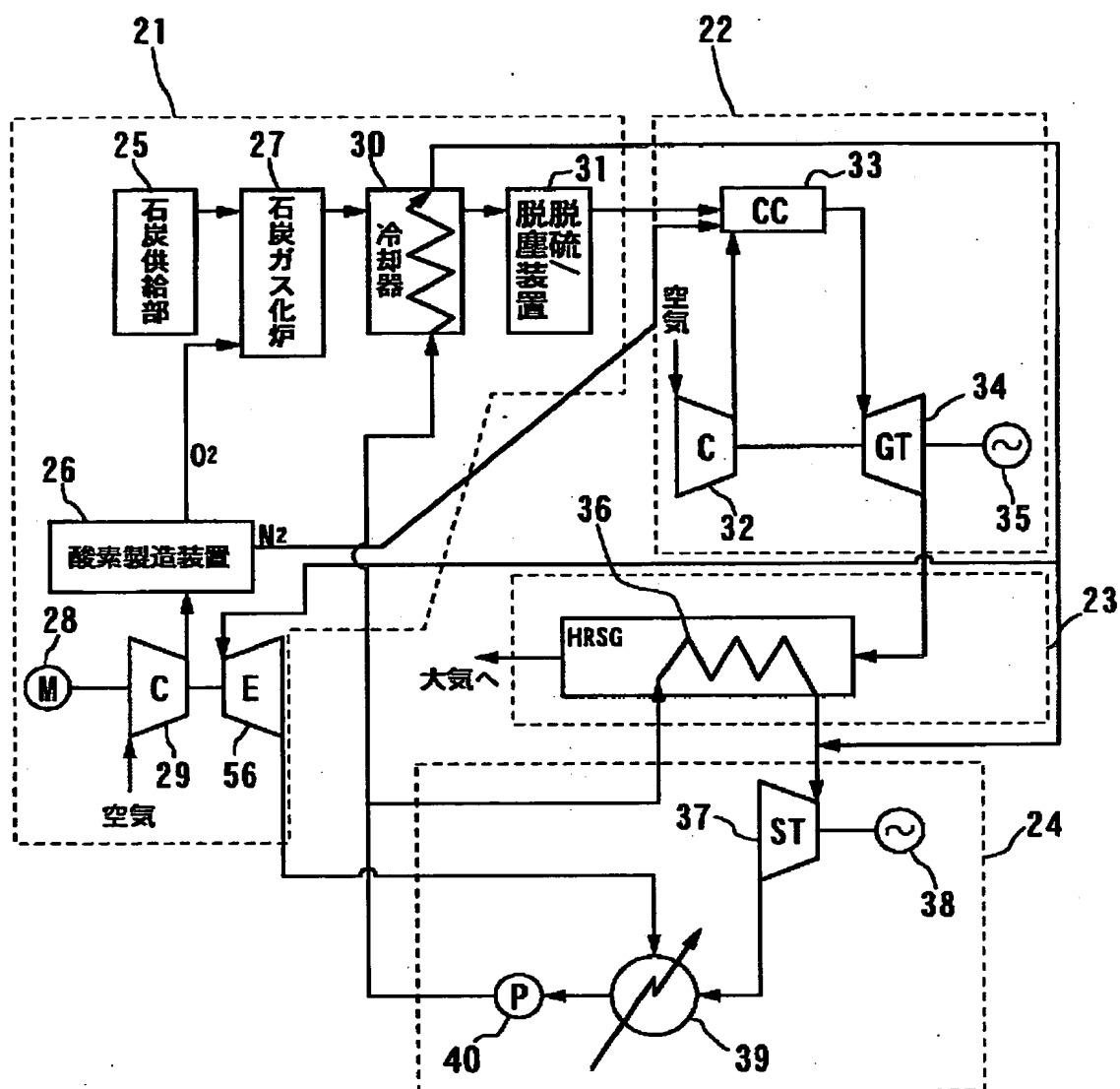
【図 8】



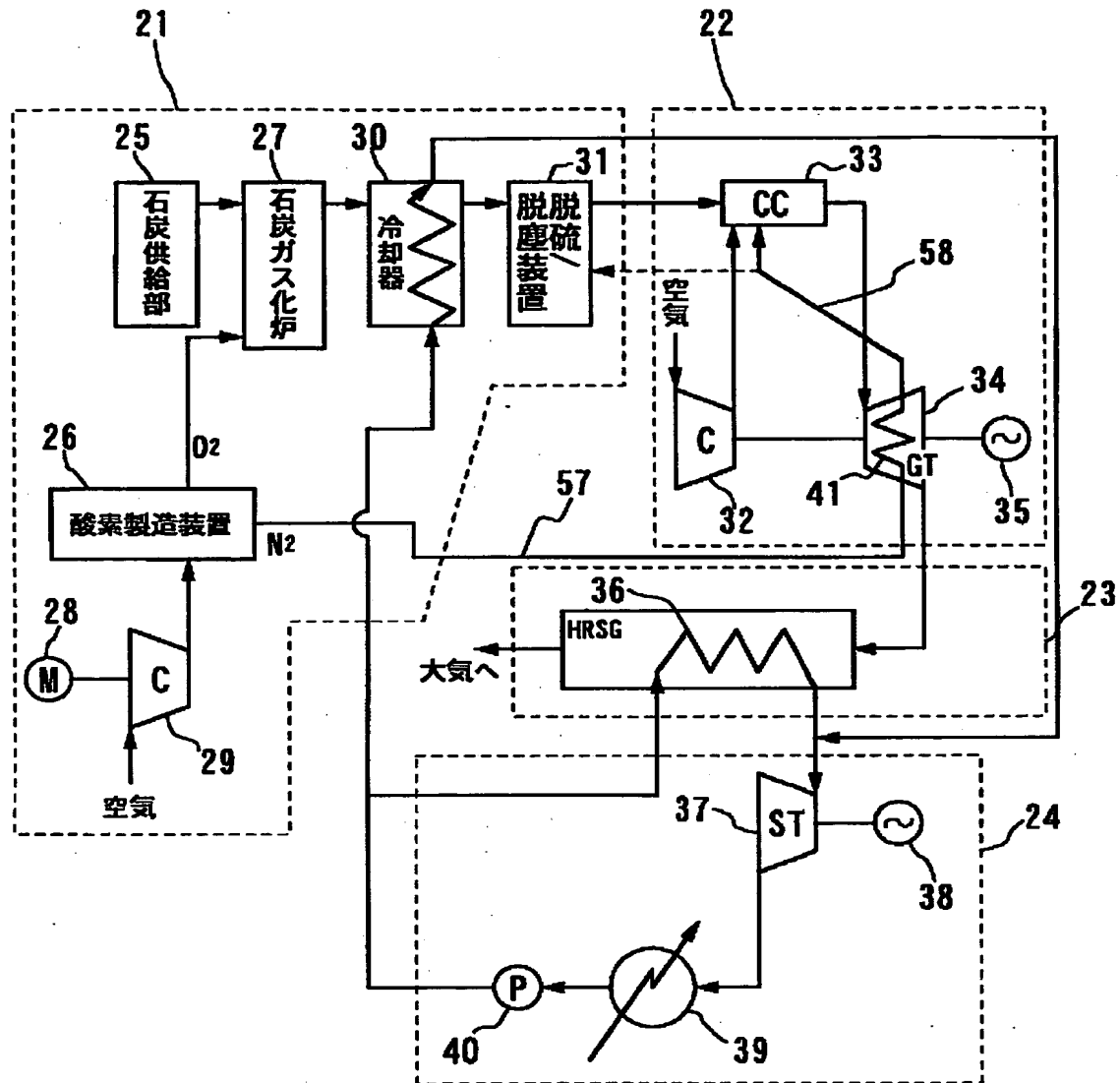
【図9】



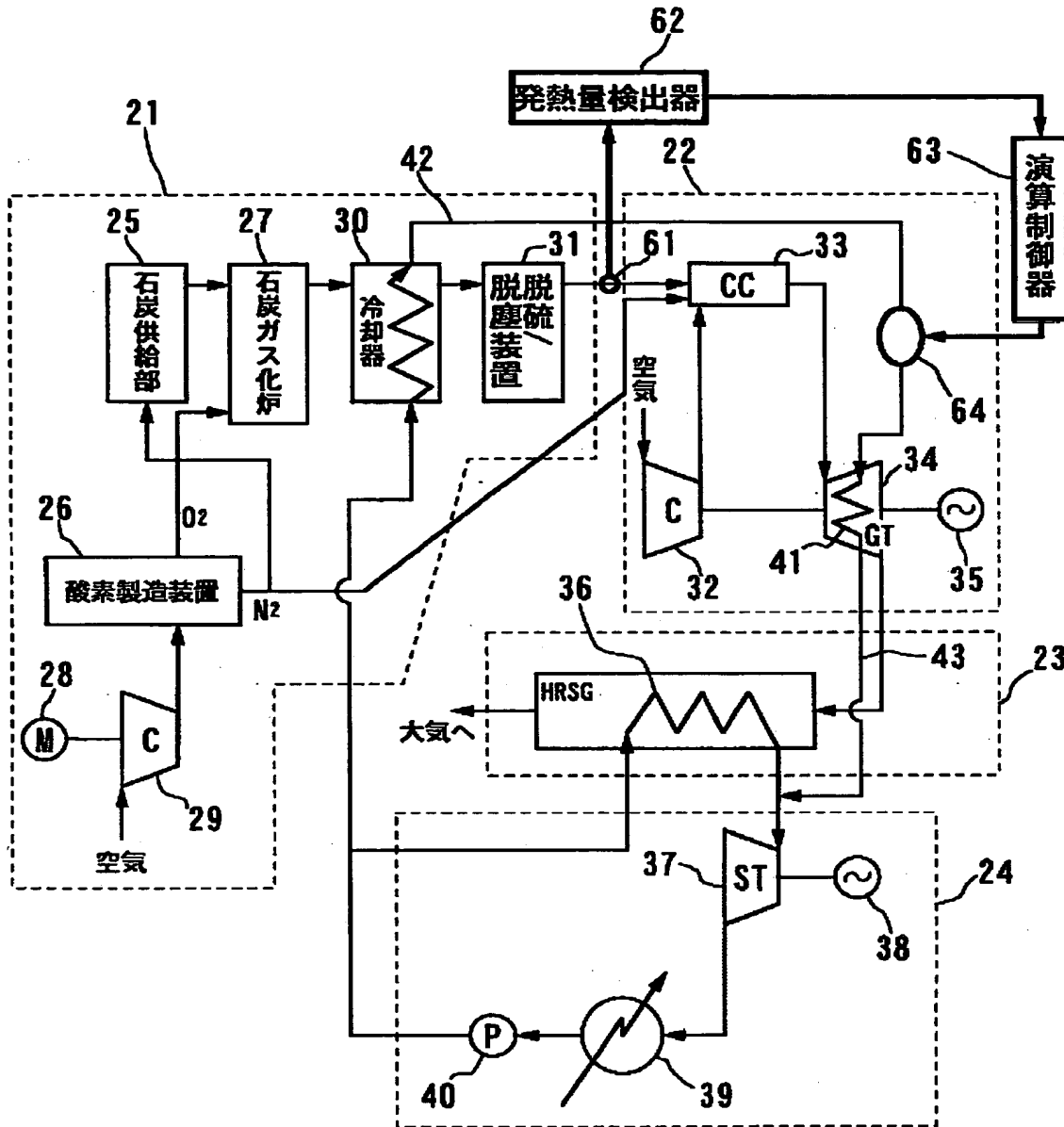
【図 10】



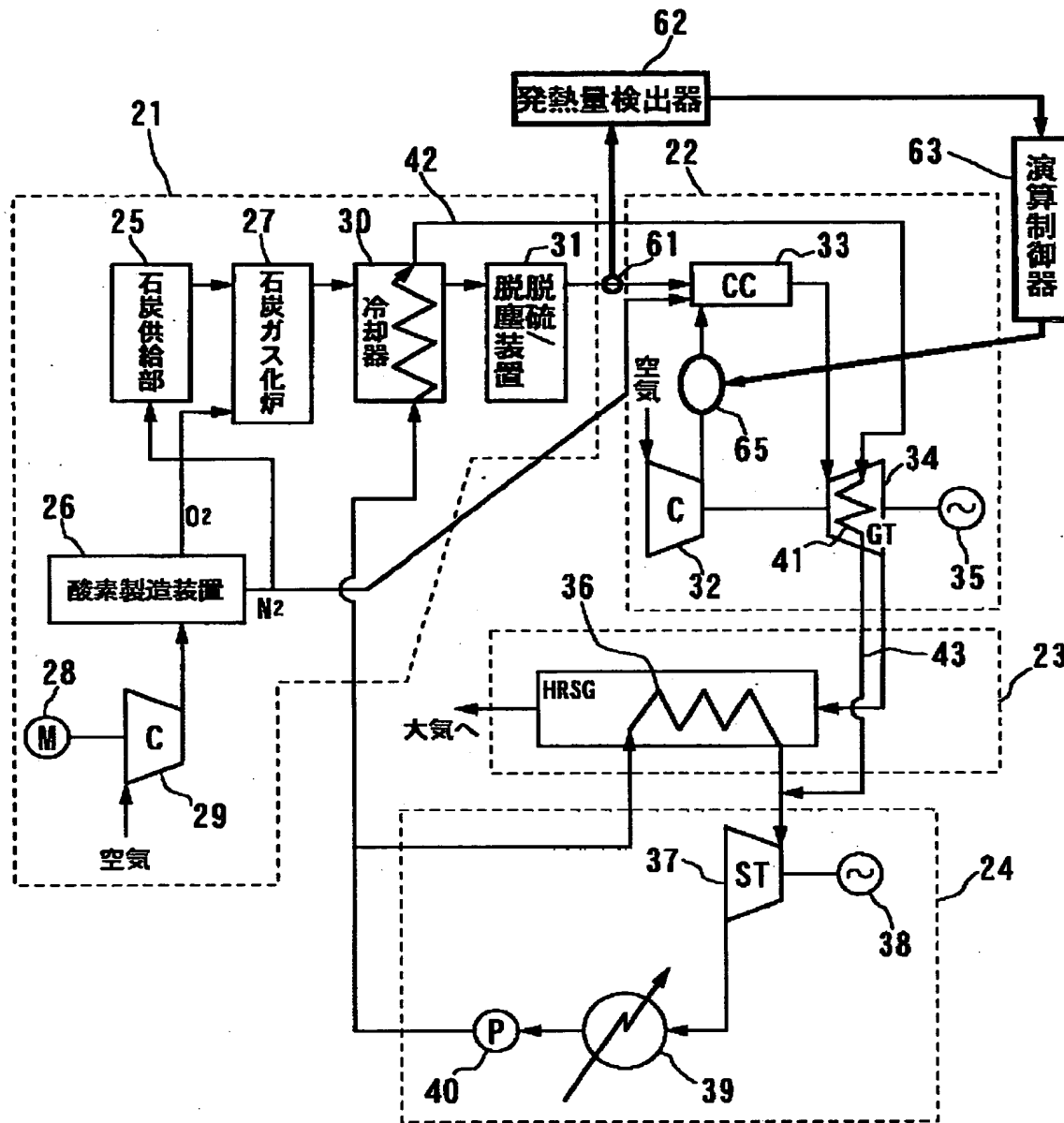
【図 11】



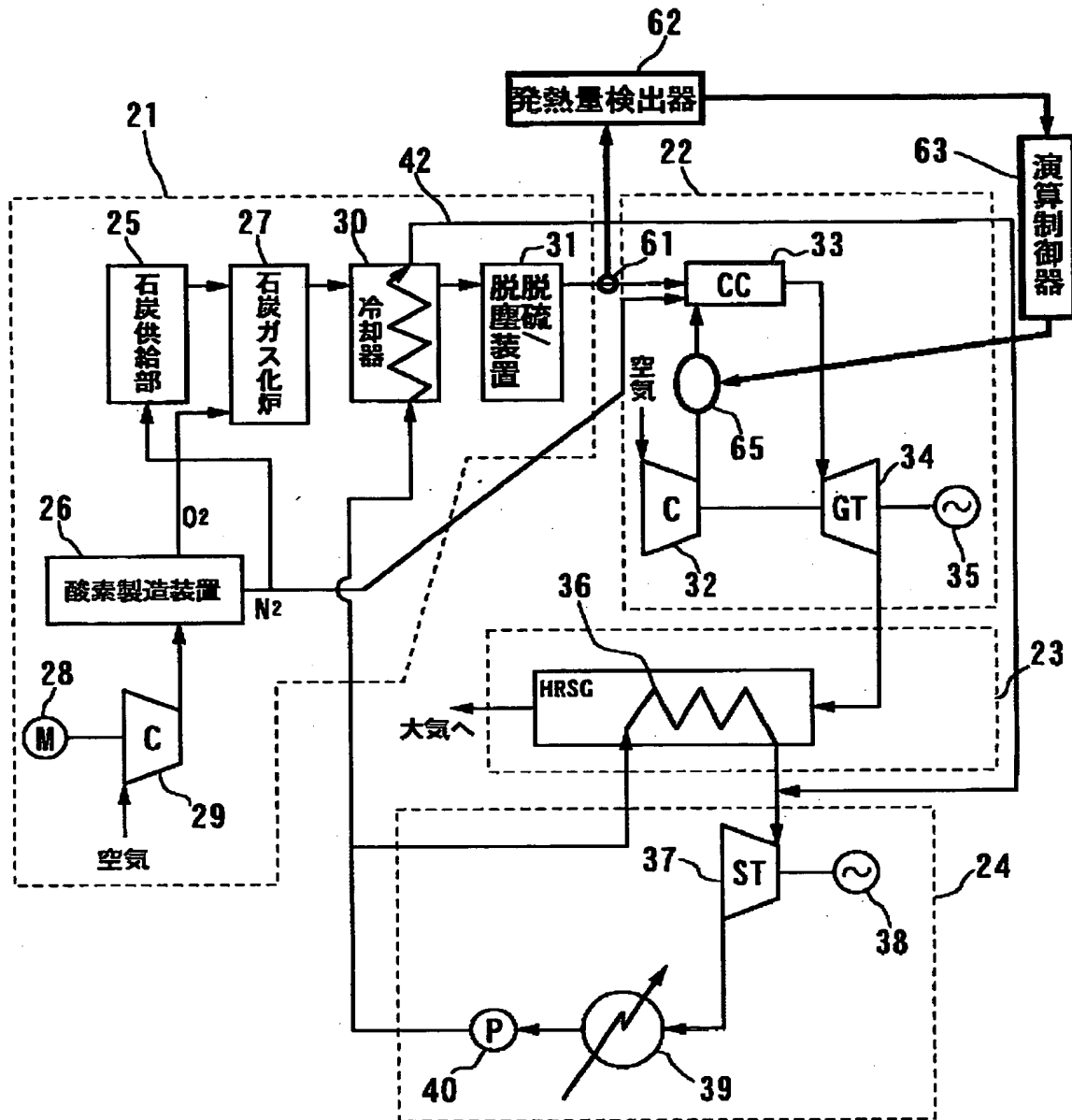
【図 13】



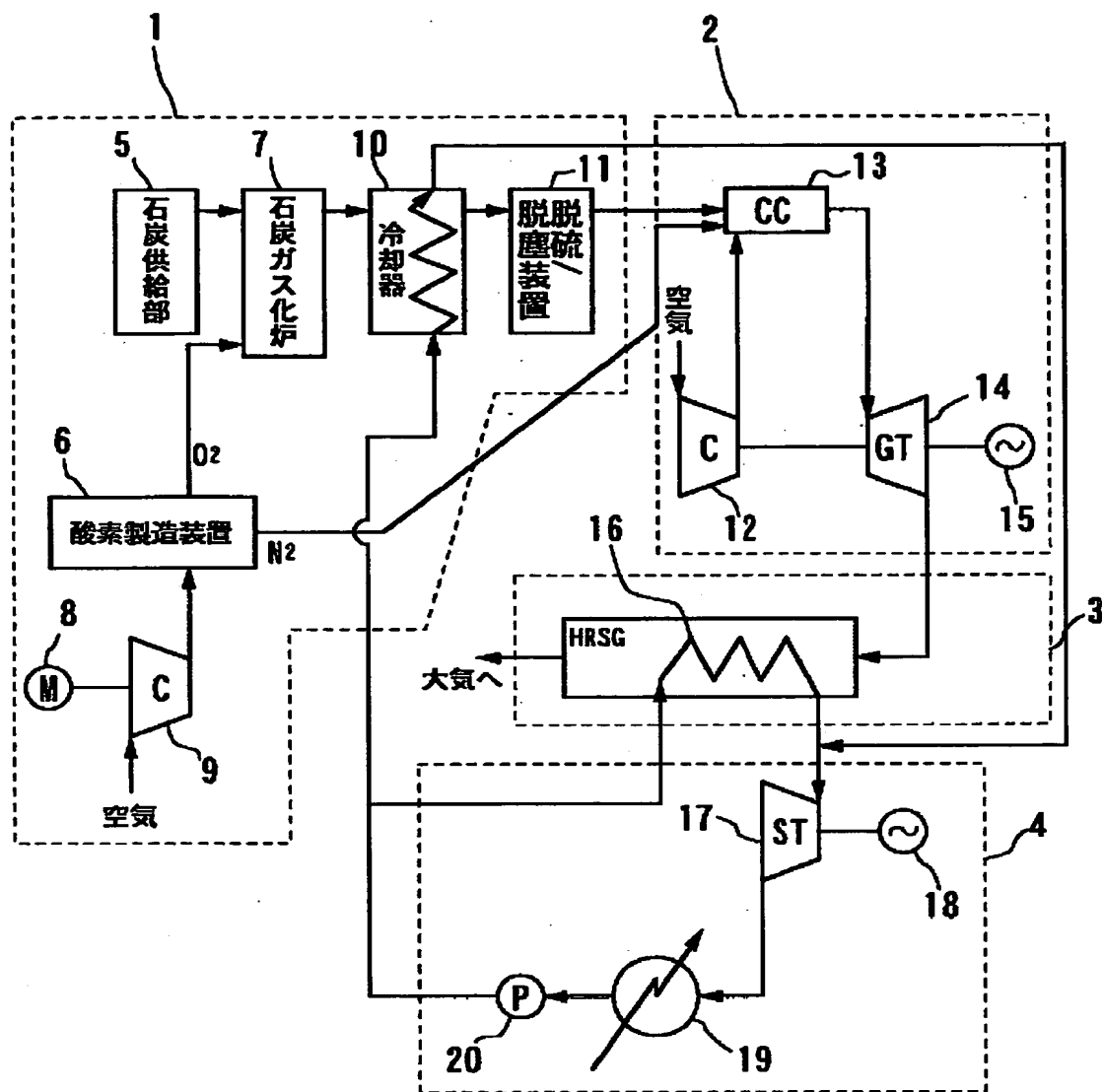
【図 14】



【図 15】



【図 16】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ガスタービン駆動ガスの高温化にあたり、ガスタービン高温部を蒸気で冷却させてガスタービン高温部の構成部品の強度を高く維持させるとともに、ガスタービン高温部を冷却させた蒸気を回収させて再活用を図る石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラントを提供する。

【解決手段】 本発明に係る石炭ガス化コンバインドサイクル発電プラントは、石炭ガス化プラント 21 から発生した蒸気を冷却用蒸気としてガスタービンプラント 22 の高温部 41 に供給する冷却蒸気供給系 42 と、ガスタービンプラント 22 の高温部 41 を冷却させた冷却用蒸気を蒸気タービンプラント 24 に蒸気タービン 37 に回収させる冷却蒸気回収系 43 とを備えたものである。

【選択図】 図 1

【書類名】

職権訂正データ

【訂正書類】

特許願

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】

000003078

【住所又は居所】

神奈川県川崎市幸区堀川町7番地

【氏名又は名称】

株式会社東芝

【代理人】

申請人

【識別番号】

100078765

【住所又は居所】

東京都港区西新橋一丁目17番16号 宮田ビル2
階 波多野特許事務所内

【氏名又は名称】

波多野 久

【選任した代理人】

【識別番号】

100078802

【住所又は居所】

東京都港区西新橋一丁目17番16号 宮田ビル2
階 波多野特許事務所内

【氏名又は名称】

関口 俊三

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000003078]

1. 変更年月日 1990年 8月22日

[変更理由] 新規登録

住 所 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

氏 名 株式会社東芝